

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

化學名人傳

(上)

哈羅著

沈昭文譯

商務印書館發行

化 學 名 人 傳

(上)

著 哈 羅 羅

譯 文 昭 沈

自 然 科 學 小 叢 書



圖 1. 化學名家集團照片

後排從左起：Ladenburg, Jorgensen, Hjelt, Landolt, Winkler, Thrope.  
前排從左起：van't Hoff, Beilstein, Ramsay, Menzies, von Baeyer, Cossa.

## 譯者序

憶十餘年前，偶於圖書館中得本書，於一日間竟之。但覺其趣味濃厚，辭淺意深，於素描淡寫之中，談諧百出，令人有百讀不厭之感，於不知不覺間獲益良多，寫科學文之能引人入勝者，除斯落生 (Stolsson) 與湯母森 (Thomson) 外，實不多覯，蓄意譯述者久矣，特以人事紛紜，立志未堅，擱筆者再，嗣後爲病魔所纏，更無力及此，今春偶於商務西書櫃重覩此書，乃一九二七年之重訂本，久別重逢，彌覺珍貴，爰趁暑假之間，從事翻譯，全書共分傳記與研究略述兩部分，今先譯傳記，除美國化學者雷母森 (Ira Remsen) 祇對於美國化學教育有特殊貢獻與「范霍夫在美國」與整個化學無關，均全篇刪除外，餘均盡力保留原文意旨，間或略有增刪，亦視中西習慣與趣味爲轉移，與主意無傷也。惟譯文遠不若原著之輕鬆流利，是則譯者之所不能自滿，而須向讀者與著者道歉者也。



雖然，化學之進步，一日千里，今距初版已十有五年，所敘十一人已先後物故（參看作者序）而此十五年中新事實之發現與夫新人物之出現，實較諸往年爲迅速，吾人生於斯時，自當力謀趕上時代俾不致落伍，新發現與新人物均吾人所急欲知者，茲舉其大者，在理論化學方面有阿斯頓（Aston）之同位元素，齊革蒙底（Zsigmondy）與史維德柏格（Svedberg）等之膠性化學研究，與尤萊（Urey）等之重氫，有機與生物化學方面，有葛林亞（Grignard）之合成研究，維斯台特（Willstätter）之葉綠素研究，費雪爾漢斯（Hans Fischer）之血赤素研究，以及維生素之研究等；分析化學有李雷革（Pregl）之微量分析；工業上亦有顯著之進步，其最著者當推哈柏爾與波虛（Haber-Bosch）之合氨法與柏吉士（Bergius）之煤之加氫法。諸如此類之人與事實不可勝計，然坊間尙未有如本書之專著出版，是則有待於材料之搜集，非假以時日不爲功，譯者頗有意於此，願於三五年後再與讀者相見也。

## 著者序

我們有好幾種化學史；我們也有近代化學先趨者的傳記；但是我們沒有關於當代化學者的記載——法文和德文的書籍一起在內。化學界的狄更斯 (Dickenses) 和薩克雷 (Thackerays) 已經得到了相當的注意，但是近代的法郎士 (Anatol Frances) 和威爾士 (Wellses) 等，卻沒有人替他們寫傳記。

本書就是以彌補這個缺陷爲目標的。書裏的人物，究竟有幾個當得起「近代」兩個字，可以從下表推知：一八九七年逝世的（自殺）一個，一九〇七年二個，一九一一年一個，一九一六年一個，一九一九年一個，其餘四個還在人間。（註二）

讀者不免要問：爲什麼就祇選這十一個呢？我的答覆是：我用歷史的眼光寫傳記；我要敘述和近代化學發展有密切關係的幾個人的生平；換句話說，我要利用主要化學者做中心寫一部近代

化學史。

本書的用意在滿足三種人的需要：

- (一) 化學者——他或者想，知道些幾個著名同業者的生平事蹟。
- (二) 化學以外的科學者——他或者需要些化學上的知識。那一個物理學者能夠忽略居禮夫人的研究？那一個生物學者或醫者能不感激范霍夫、阿倫尼斯和費雪爾工業得益於摩依生和柏琴的研究更不可勝計！這類的實例多着呢。

(三) 普通人——他想從普通文字裏讀到些關於化學的重要進展，因為化學和日常生活的關係是與日俱增的。

本書側重人的一方面，但是並不缺少主要工作的敘述和討論。就是不懂化學的，也能夠窺見這些化學者和他們的工作的大概。（下略）

哈羅，本吉明 (Benjamin Harrow)；紐約 (New York)，一九二〇。

著者原意是要分本書做兩部分：（一）傳記（本書）（二）研究。後者專記傳中各化學者的工作；每篇後都有極詳盡的參考資料目錄。但是著者原想寫一部大衆的讀物，所以經一度考慮後，決計先出前半部。（註二）

（註一）寫序的時候尙在人間的四位化學者，其一即美國的雷母森（Tra Rensen）已經在一九二七年去世（沒有譯文，原因詳譯者序）其餘三個都相繼在一九二七、一九二八和一九三四年逝世。（譯者）

（註二）後半部已於一九二七年出版，和前半部裝成一冊。（譯者）

# 目次

引言	一
柏琴和煤焦油染料	八
曼德列夫和週期律	二六
萊母賽和稀少氣體	四八
律嘉慈和原子量	六四
范霍夫和物理化學	八四
阿倫尼斯和電離學說	一〇六
摩依生和電爐	一二六
居禮夫人和鐳	一四六



買爾和碳化學的發展……………一六八

費雪爾和食品化學……………一八八

# 化學名人傳

## 引言

近代化學，只不過一百年的歷史，其間經過好幾個演化的階段，方纔形成現在的面目。這幾個階段可以說是：(一)奠基時期 (the foundation period)，(二)分類時期 (the classification period)，(三)物理化學時期 (the physico-chemical period)，和(四)放射學時期 (the period of radioactivity)。

(一)奠基時期 法人拉瓦西 (Lavoisier) (一七四三——九四) 是多數承認的近代化學的鼻祖。他確實是創始者的一個，是無可否認的事，單說他對於天秤的重視，已經很夠資格，他的幾個重要的貢獻，都是應用天秤的結果，他首創燃燒的新觀念，和建立質量不滅定律 (law of

conservation of mass)；這就是說，他證明化學變化裏產物的重和原物的重絕對相等，因此我們知道，物質雖然可以變換，但是不能創造或毀滅。

(1)分類時期 最初辨別元素和化合物的是波依爾 (Robert Boyle) (1611—1691)。元素是不可分解的，化合物是可以分解的物質。道爾頓 (Dalton) (1766—1844)的原子學說，以原子爲化學變化裏的單位，可以和拉瓦西的定量實驗先後媲美。其後有阿佛加德羅 (Avogadro) (1776—1856)和卡尼柴羅 (Cannizzaro) (1816—1910)繼續研究原子和分子，貢獻給我們現在通行的化學命名制。此外關於分子構造的研究和曼德列夫 (Mendeleeff)的週期分類法，也是這個時期略後的成績。週期系是較近的化學上的幾個發現和假說的基礎，曼氏以後，還有萊母賽 (Ramsay)，律嘉慈 (Richards)和摩斯萊 (Moseley)對於週期系都有貢獻。

同時李貝 (Liebig) (1803—1873)和佛勒 (Wöhler) (1800—1882)開始研究碳的化合物，成績斐然，繼起，研究有機化學（即碳化學）的，日益增加，其中尤以柏琴

(Perkin) 和買爾 (Meyer) 最著。

(三) 物理化學時期 碳的化合物，似乎是無窮的，因此有機化學的範圍，日趨廣大，即在一八〇年左右，還是有機化學的極盛時代，幾乎完全取代了無機化學（即碳化學以外的化學）。摩依生 (Moissan) 的無機研究，使風氣爲之一變，他的優良成績，不啻宣告無機化學的復活。雖然，摩氏 的登高一呼，還不及范霍夫 (Van't Hoff)、阿倫尼斯 (Arrhenius) 和歐斯伐 (Ostwald) 三者共同造成的物理化學 (physical chemistry) 來得有力。或者我們不應該說這三人另外創造了化學的一個新的部分，比較準確些，我們應該說他們應用了一種更合理的，多用數學的（即更嚴格的）方法，來解釋化學上的各現象；事實的記載，變成了原理的討論。

在這個時期裏，有些看到摩依生 的成績，重回到無機化學的研究，年青些的很多加入物理化學的團體，還有一部分跟了費雪爾 (Fischer) 走到生理化學 (physiological chemistry) 的境界裏去了。

(四) 放射學時期 物理學家研究氣體中的放電，終於達到了居禮夫人 (Madame Curie)

的鐳的發現，自一八九八年到現在，雖然只有二十多年，放射學已經成了專門的科學。放射現象的研究略為開發了原子構造的祕密，原子已經不是道爾頓所想像的最小的單位，但是同時他說的「化學變化是原子間的關係之更改」也因此而得到了證明，所以我們應該說化學是研究原子間的作用的科學，而放射學祇研究原子內部的作用。這兩種作用截然不同：化學變化可以由人力支配，但是放射變化不是現在人力所能左右的。

上述的各節，依年代的先後，列表於左：

一六六一 波依爾——元素。

一七七七 拉瓦西——燃燒和質量不減。

一八〇八 道爾頓——原子學說。

一八一— 阿佛加德羅——分子。

一八二八 佛勒——尿素 (urea) 的合成，第一次，而人工造成的動物的產物。

一八五六 柏琴——母富 (mauve) 的發現，從煤焦油得到的第一種染料。



一八五八 卡尼柴羅——原子和分子。

一八六五 克枯勒 (Kekulé)——最初建議苯之環狀式。

一八六九 曼德列夫——原子週期系。

一八七四 范霍夫和勒貝 (Le Bel)——構造化學（非對稱碳原子說。）

一八八四 賈爾發現噻吩 (thiophene)，在碳化學上闢一新園地。

一八八五 費雪爾開始合成糖類的工作。

一八八六 摩依生——氟的提取。

一八八七 范霍夫——溶液的理論。

一八八七 阿倫尼斯——電離學說。

一八九四 萊母賽和拉萊 (Rayleigh) 發現氫。

一八九八 居禮夫人——鐳。

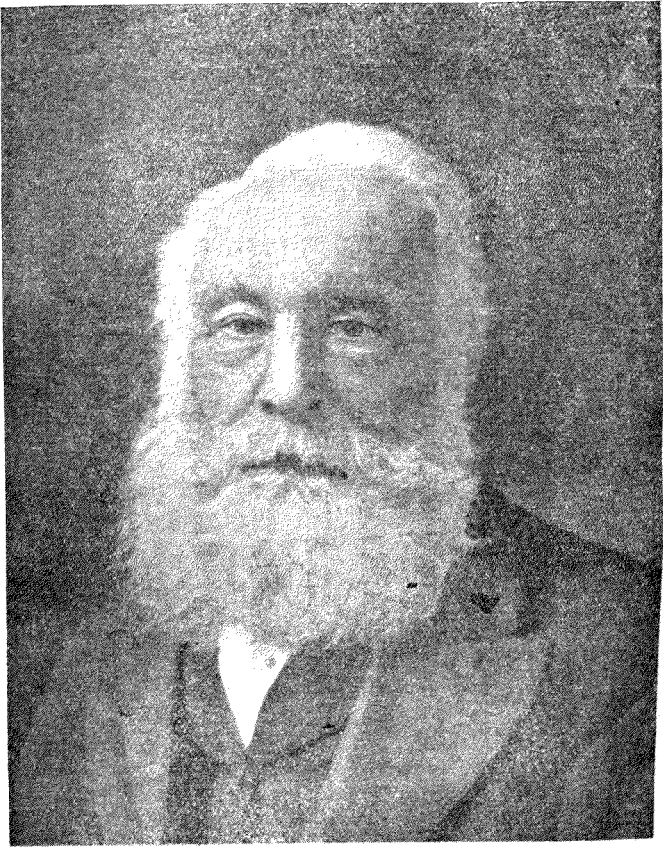
一九一三 摩斯萊——原子序（參看「律嘉慈和原子量」）

化學名人傳

一九一四 律嘉慈——放射鉛。

圖 2. 柏琴 像及其簽字

柏琴和煤焦油染料



W. W. Perkin

## 柏琴和煤焦油染料

日常所用的煤氣，恐怕有很多人知道是煤的乾餾的產物。但是除了煤氣，還有許多重要產品可以從煤中同時取得的這件事，或者沒有多少人曉得。所謂煤氣以外的產物，主要的是煤焦油 (coal tar)，數十年前，煤焦油是廢物，製煤氣的簡直認為牠是工業的阻礙。現在牠的地位幾乎和煤氣相等。因為從這骯髒而墨黑的物質裏，我們現在可以利用分餾法 (fractional distillation) 提取苯、甲苯、萘、蔥 (benzene, toluene, naphthalene, anthracene) 等重要工業用品，近代的染料和合成的藥物多賴以為原料呢。比方，從苯我們可以得到苯胺 (aniline)，從苯胺可以得到紫色染料，這就是柏琴 (Perkin) 在一八五六年發現的第一種人造染料。

柏琴於一八三八年生於英國的倫敦，是柏琴喬其福勒 (George Fowler Perkin) 的最小兒子，喬其早就替這孩子決定了他將來的事業，他自己是個經營包工和建築事業者，小柏琴是

要做建築師的。雖然，小柏琴自己還沒有打定主意，他恐怕一忽兒想做公共車輛上的售票員。一忽兒又有當國務總理的野心，過一刻，又想做機器管理者。他時常看見父親手下的木匠做工，或者也有意學習機匠之類的工作，看到房屋的圖樣，又連想到過做畫師怎樣的有趣味。

無何，他到了十三歲了。那年，他偶然的看到人家做結晶的實驗，他自然又決定做化學師了。碰得巧，他正在那個時候進倫敦市立學校（City of London School），因而遇到了該校的一個理科教員霍爾湯母斯（Mr. Thomas Hall），否則這一次的決心，也不過暫時在他的小腦袋裏打個滾罷了。

當時的教育，完全以經典史地等科目為主，理科通常認為毫無用處，所以像拉丁（Latin）這種已死文字到花了很多時間，化學課祇得拚在喫飯的時候，祇有些興趣濃厚情願犧牲午餐的學生留在教室裏看「湯美」（註1）（“Tommy”）做化學實驗。小柏琴就是這一羣小孩裏的一個。

霍爾的魔力抓着了柏琴的心靈，他決定習化學，決定到皇家理學院（Royal College of Science）去，因為霍爾同他說：「皇家學院是個怎樣偉大的地方，那裏的著名教授是怎樣的有學



識。」老柏琴自然極力反對，但是經霍爾給他解釋也就應允了。柏琴卒於十五歲時入皇家理學院，直接擔任指導的是助理克魯克斯 (Mr. William Crookes 卽日後科學家克魯克斯爵士)，主任教授霍夫曼 (Hofmann)，是特地由德國請來的。霍夫曼的講解極生動而有意義，柏琴於學期終了懇求當局給他再聽一遍，他的好學於此可見一斑。

在實驗室裏，柏琴先習定性和定量分析，末了還練習本生的氣體分析，此後就直接來了一個關於萘的研究題目，雖然當時沒有什麼結果，卻替日後的工作打了一個根基。第二個題目是萘基胺 (naphthylamine)，比較的成績好些，曾在化學會誌 (Chemical Journal) 上發表。十七歲時柏琴的能力已經引起了霍夫曼的注意，霍氏當卽派他做助手，但是事雖屬榮幸，工作也因此繁重，沒有原先那麼多的功夫做研究。他如是設法在自己家裏裝起了一個實驗室，在晚間和假期間任意的玩玩把戲。

一八五六年的復活節，這十七歲的小孩在他的家庭實驗室裏耍了一套留芳百世的新把戲。霍夫曼曾經講過，雞納 (quinine 俗稱金雞納) 應該可以而且很需要由人力合成。柏琴決定試

試看。他最初試驗苯甲胺 (toluidine) 不成，再試苯胺，使重鉻酸鉀和苯胺的鹽作用，結果得到一種骯髒的黑色沈澱。化學家時常得到一團糟的黏物，照例認為討厭的副產物送到廢物缸裏。柏琴先也準備照例的來一下，但是再一想覺得不大妥當，決計緻細檢視一下看，這一看就給新的趣味，不久他就提取了第一種煤焦油染料，就是所謂「母富」(mauve) 或苯胺紫 (aniline purple)。

柏琴拿新造的染料少許交由李爾斯 (Perth) 的普拉爾公司 (Messrs. Pullar) 試用於絲織品，他們的答覆是：「假如你的染料不太貴，我們認為這是目下最佳出品之一。」後來他又試染棉織品，但成績不良，因為當時還沒有適當的媒染劑 (mordants)。他雖然覺得很失望，還是決定請求專利，同時設法改進製品和施染的方法。他甚至決定中途輟學，以事業的成敗，決定他將來的命運。他的父親現在對於他的能力有絕對的信仰，出資給他建廠製造染料。他拿染料給霍夫曼看，並且拿自己的決心告訴他。霍氏愛他甚深，極力勸他放棄這種計劃，因為以常情度之，這種計劃十有九必歸失敗呢。

無論如何，柏琴的計劃實行了！他在哈羅 (Harrow) 附近的格林福格林 (Greenford Green)

覓得廠基，於一八五七年六月間動工。柏琴日後寫過這麼一段回憶：「我和我所認識的人，沒有一個看見過化學工廠的內部，我所知道的一點都從書本上得到。但是日後在進行中漸漸的覺到這並不是個很大的缺點，因為製造染料所用的器具和步驟和當時所通行的絕對不同，所以根本上就沒有什麼可以借鏡的地方。」他在設廠時所遇到的困難，比在實驗室裏發現染料時所遇到的要勝過多倍，大部分的器具，因為無從購買，祇得獨自設計創製，於每件試用滿意後，方纔實際上應用。

但是困難還不止此呢。製造所需的原料，和幾種稀少元素一樣的稀少。苯胺自身當時就差不多祇配做陳列品，所以第一步要設法從苯製造苯胺。於是他就走遍全英國去找苯，最後方纔發現格拉斯哥 (Glasgow) 的密勒公司 (Messrs. Miller and Co.) 能夠供給比較大量的苯，但是價錢要一·二五金元一加侖 (gallon)，並且品質極劣，必需預先蒸餾一次，始能應用。

從苯製苯胺，必先製成硝基苯 (nitrobenzene)，這是需要硫酸和硝酸的。當時市面上沒有相當濃度的硝酸，所以這樣東西又要特為設法由智利硝石自製，並且還要設計製造特殊的機件。

硝基苯既得，第二步就要應用白香 (Béchamp) 三年前發現的鐵屑和醋酸的還原法使硝基苯變成苯胺。這又要從創造特殊用具做起。

近代染料製造廠裏的基本處理是硝化 (nitration)——譬如由苯的硝化可得硝基苯。——和還原 (reduction)——譬如硝基苯還原後可得苯胺。——製造的步驟，製造的技術，和所用的器具，都以十八歲青年柏琴的創作爲藍本。柏琴所遇到的困難，祇有那些嘗試過使試管實驗擴大，爲工廠製作的人方纔能夠澈底領會。柏琴的創造能力，也祇有這種人最爲佩服。德國的拜爾 (Voll-Bayer) 在實驗室裏合成了靛 (indigo)，但是等到他的實驗能夠大規模的在工廠裏舉行，要巴迪雪苯胺製造廠 (Bayerische Anilin Fabrik) 裏的數百化學專家和機械師共同努力二十年之久，如果沒有柏琴在先的研究，恐怕二十年都還不足呢！

有人說，柏琴的發現是偶然的，這句話或者是不錯的。但是我們應該想到他怎樣繼續的拿這個發現改進，使臻圓滿，他又怎樣的設法大量製造。我們也要知道許多附帶的困難問題，在他的手裏就迎刃而解，他遇到的問題都是極新的問題，絕無前人的經驗可以利用，沒有他的才幹這些怎

樣能解決呢？赫爾茲（Hertz）發現無線電的鑰匙，然後由馬可尼（Marconi）使牠化成大眾的用品。拜爾發明合成靛的方法，但是要使牠打倒天然產物，需要全球最大化學工廠的全體化學師經長期的努力，始克告成。然而第一次造成的合成染料，從實驗室到正式出品，都是柏琴一個人的功績。

設廠不到六月，有一個凱斯先生的染坊，（Mr. Keith's dyehouse）開始應用苯胺紫染絲織品。後來需要迅速的增加，英、法各國先後建設的製造廠很多。同時柏琴還在繼續研求改進的方法，因為營業極形發達，所積資產，出於意料之外。他的染料初用時常有色澤不均勻的弊病，後來他設法用肥皂液施染，可以完全免除這種現象。又假如用單寧（tannin）做媒染劑，還可以染棉織物，並且深淺很容易支配。此外他還發明一種印花的方法，在實施上也是完全成功的。三年後佛爾根（Vergin）發現的洋紅（magenta）和再遲些霍夫曼發現的新洋紅（rosaniline）即甲基洋紅，在製造上和應用上，差不多全盤的取法於柏琴的成例。

柏琴的成功給與化學界很強烈的刺激。純粹的和應用的化學研究，應運而生，在製造染料時，



時常遇到一種市場上不能供給的必需品，唯一的辦法，自然是設法製造這些必需的原料，因此從事有機化學研究的，不可勝記。我們就是說一八五六年以後的有機化學上的發展，均以柏琴的發現為基礎，也不能是算過甚之辭。

染料的应用，不限於衣料之着色。可赫 (Koch) 應用亞甲基藍 (methylene blue) 做染色劑，發現了結核病原菌和霍亂菌。現在組織學實驗室或細菌學實驗室都要用煤焦油染料。

工業上的進步，恐怕從沒有像染料工業這樣神速，一八六一年，當柏琴祇有二十三歲時，英國化學會 (The Chemical Society) 已經請他講演從煤焦油得到的染料。在座的大科學家法拉第 (Faraday) 於講後很熱誠的嘉獎他。其後德國迎頭趕上，漸漸的成為染料工業的中心，德國的強盛，也因之增加不少，因為染料工業是很多其他工業的中心，譬如染料工業直接的引起大量的酸和鹼的製造，酸和鹼又用於製造人造肥料，炸藥和氯氣。氯又是毒氣的基礎。

柏琴的廠裏，附設一個小實驗室，除了改良製法的研究外，還有許多其他的工作像染料的化學構造和甚至不在染料範圍以內的純粹有機研究。他的研究成績，多半寫成報告書刊載在化學

會議事錄 (Transactions of the Chemical Society) 一八六六年，皇家學會 (Royal Society) 公推他做會員。

一八六八年在化學史上是值得紀念的，從茜草根 (madder root) 提取的茜素 (alizarin)，由格拉貝和李柏曼 (Graebe and Liebermann) 的研究，已經可以用人工合成了。雖然，這不過是一種科學上的勝利，他們的方法還不能在市場上和天然茜素競爭。合成茜素的原料是蔥，也是一個煤焦油產物，讀者恐怕記得柏琴在霍夫曼指導下第一次研究的題目就是蔥，格李二氏的工作，自然會引起他的注意，他立即決定設法以較低的代價造成牠。不到一年，他就達到了他的目的，他略為更改格李二氏的方法，取消價昂的溴 (bromine)，於一八六九年六月請求專利。但是格李二氏和卡羅 (Caro) 共同合作在差不多相同的時期發現了同樣的方法。

製造茜素的先決問題，和「母佛」一樣，是原料的來源和技術上的許多特點。第一，蔥的供給就頗成問題。煤焦油蒸餾廠向來不設法，提取這樣賣不掉的東西。很多簡直不知道牠的存在。柏琴偕同他的哥哥遍訪全國各蒸餾廠，教他們怎樣提取蔥，並且答應以相當價值購取所有的產物。這

問題解決後，還有蔥的提淨，全盤工程的各步驟和器具的式樣等問題。這些都次第解決了，一八六九年末，有一噸的糊狀茜素出產，翌年產量即增至四十噸，一八七一年至二二〇噸，直到德人在一八七三年開始製造以前，沒有其他的廠能夠供給合成的茜素。

柏琴於一八七四年出賣了全部工廠，嗣後和實業界脫離，專門從事純粹的研究。柏氏極愛純粹研究，這種嗜好，不是普通商人所能瞭解的。他的製造事業，完全是爲了要略積資產，以維持極簡單的生活，他的最後的目的是要能夠安心的自由探測新的境界。他在十七歲時脫離皇家理學院時，已經有了這種主意。經濟不穩定雖然也可以鼓勵上進，但是比較上總沒有寬裕的時候那麼有效。所以柏氏等到經濟上有相當的基礎，就放棄了工廠，專心從事他所極愛的研究。這種純粹的愛，如果碰巧和天才相遇，就產生偉大的作品——無論是科學的或文藝的。

柏琴於售廠後，遷居塞德白雷 (Sudbury) 新屋，留舊居充作實驗室。嗣後的工作對於染料很少發生關係，到一八八一年的七年中，大部分的研究，集中在醋酸酐 (acetic anhydride) 對於醛類的作用。香豆精 (coumarin) 的合成，是這期工作的一部分成績，牠是第一種從煤焦油產物

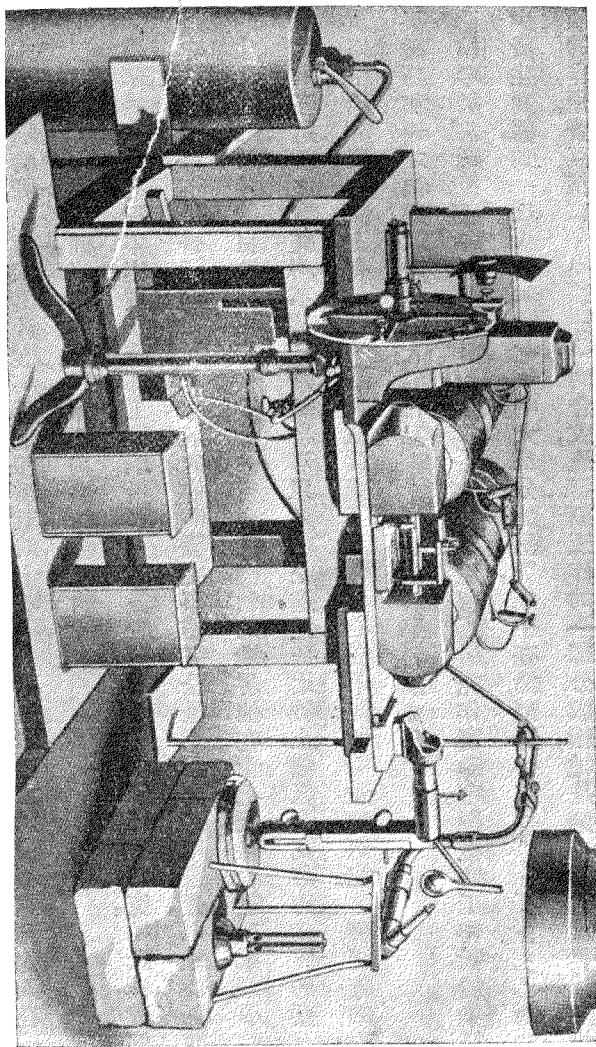


圖 3. 拍琴研究物質之光學活性及化學構造時所用之儀器

合成的植物香料。但是最重要的結果，要算現在習化學的都知道的柏琴不飽和脂肪酸合成法 (Perkin's Synthesis)。

一八七九年皇家學會 (Royal Society) 贈與皇室獎章 (Royal Medal) 會長致詞說：「柏琴威廉先生 (Mr. William Perkin) 是二十年來的一位極勤懇，並且成績極佳的有機化學研究者。柏琴先生是化學工業的一個最重要的部分——煤焦油衍生物的製成染料——的創始者。四十三年以前，已經有人發現煤焦油裏提取的油，加了氯化鈣，會發生一種藍紫色。此後知道發生這顏色的是苯胺，化學家就利用這種色彩來檢驗苯胺。但是這個紫色很難使之固定，化學家似乎很少注意這個問題，直到一八五六年，方纔由柏琴先生解決，他並且設廠製造，建立了煤焦油染料的基礎。他的蔥衍生物的研究——尤其是人造茜素——也是極重要的工作，我們英國製造茜素，得以成功，柏琴先生的力很多。至於他的許多純粹研究，我們應該特別注意鄰位羥代苯甲醯的氫化物 (Hydrides of salicyl) 以及牠們的衍生物和香豆精以及牠的同族的合成。此外和杜巴先生 (Mr. Duppa) 共同合成的氨基乙酸 (glycocoll) 和酒石酸 (tartaric acid) 也是合成

化學的可貴的實例。難得有研究有機化學者像柏琴先生達到過這麼廣大的範圍，同時他的準確和週密以及思想的新穎，都是化學家所欽佩的。」

柏琴於一八八一年忽然改變對象，轉而注意到物理的性質和化學構造的關係，其時已經有格拉斯登 (Gladstone)，柏呂爾 (Brühl) 等在設法使折射和色散等現象和化學構造聯絡起來。柏琴又加了一個物理性質：法拉臺所發現的磁場中偏極面的旋轉 (rotation of plane of polarization in magnetic field)，他在這個題目上花了很多年的功夫，到逝世的時候，還沒有放棄。對於差不多每一式 (type) 碳化合物的構造，他都有相當的貢獻。尤其重要的是關於乙醯代乙酸乙酯 (ethyl acetacetate) 和苯的構造。

有些化學家像阿母斯特郎 (H. E. Armstrong) 等認為這部分工作是柏琴的最偉大的成績。但是實際上反而沒有初期工作那麼著名，或者是因為當時的化學家大致對於物理學沒有根底。雖然，皇家學會早已在一八八九年承認他的貢獻，贈以台維獎章 (Davy Medal)。

一九〇六年是煤焦油工業的五十週年紀念，全球科學界很早就準備給創造者慶祝。皇家研

究院 (Royal Institution) 特於七月二十六日舉行典禮，由化學會會長梅多拉教授 (Prof. R. Meldola) 主席。最先是贈像禮 (可普 A. S. Core 繪)，其次是化學會圖書館的柏琴半身塑像的揭幕禮 (普麥羅 Pomeroy 作) 主席報告說，已經有幾千金鎊的款子捐作獎勵化學研究的「柏琴威廉亨利爵士獎金」(“Sir William Henry Perkin Prize”) (柏琴已經由英王封爲爵士) 到會的有德國化學會會長費雪爾教授 (Prof. Emil Fischer) 代表該會贈霍夫曼獎章 (Hofmann Medal) 哈勒教授 (Prof. A. Haller) 代表法國贈拉瓦西獎章 (Lavoisier Medal) 此外還有代表美國化學界的貝克蘭博士 (Dr. Baekeland) 代表奧國化學界的佛理郎德教授 (Prof. Paul Friedländer) 荷蘭的隆柏爾教授 (Prof. P. van Romburgh) 瑞士的魯字教授 (Prof. H. Ruppé) 代表皇家學會的克爾文爵士 (Lord Kelvin) 和英國化學會的梅多拉教授 都有演講。德國方面的來賓尤爲踴躍，各大染料廠都派知名之士代表到會，不能親自到會的也先後致賀詞，像彼德格拉 (Petrograd) 的拜爾斯丹教授 (Prof. Beilstein) 波羅納 (Bologna) 的基米興教授 (Prof. Ciamician) 羅馬 (Rome) 的卡尼柴羅教授 (Prof.

Canizzaro) 枯柏赫琴 (Copenhagen) 的 約翰森教授 (Prof. Jorgensen) 東京的高山教授 (Prof. Takayama) 穆臬赫 (Munich) 的 拜爾教授 (Prof. Adolf Baeyer) 海德柏格 (Heidelberg) 的 柏呂爾教授 (Prof. J. W. Brühl) 處立赫 (Zurich) 的 隆格教授 (Prof. G. Lunge) 和 佛羅倫斯 (Florence) 的 希佛教授 (Prof. Hugo Schiff) 同年秋 柏琴 應 美國化學界 的邀，特爲到美一行，在 紐約 波斯頓 (Boston) 和 華盛頓 (Washington) 都有歡迎盛會，美國 的 柏琴 獎章就在那年開始，是專爲獎勵應用化學而設的，在 紐約 的歡宴席上 美國化學會 會長 海勒柏蘭 博士 (Dr. W. F. Hillebrand) 親贈名譽會員證書，還有 約翰霍布金大學 (Johns Hopkins) 的校長 雷母森 (Remsen) (美國化學界前輩) 柏林 (Berlin) 的 南斯特教授 (Prof. Nernst) 和 美國農務部主任化學師 魏萊博士 (Dr. W. H. Wiley) 相繼致詞，柏琴 的榮譽至此可謂已極一時之盛了。

一九〇七年七月十四日，柏琴 功成勇退離世長逝。

柏琴 的一生除科學上的貢獻外，極少其他的事蹟。科學對於 柏琴 就是生命，此外他一無嗜好。



他沒有萊母賽 (Ramsey) 那種放蕩不羈的精神和多方面的才能。他謙卑到極點，所以祇有極少數的人能夠充分認識他的個性，像梅多拉教授這樣一個多年知友，在化學會的紀念演講裏，都說不出什麼特點。柏琴在一九〇六年回憶自己的生活曾經說過：「……我感謝上帝，我所有的都是他給我的，我得到的贊揚和榮譽都應該歸他。」他是個無瑕疵的基督徒和完整的君子——一個絕對守舊的人物。他尊敬鄰友，從不侵犯旁人，工作時安靜而專一，在我們這個渾濁擾攘的時代，這樣一個人顯然屬於已經過去的時代。

柏琴曾結婚兩次，逝世時後妻尙在，遺三子四女。他的三個兒子都是著名的化學家，阿爾塞喬 (Arthur George) 是個工業專家，還有一個和他同名的威廉亨利 (William Henry) 是牛津大學 (Oxford) 的教授，現今英國數一數二的有機化學家，他的環烴 (cyclo-paraffins) 生物鹼 (alkaloids)，樟腦 (camphor) 和松烯類化合物 (terpenes) 等的研究，都是極有價值的工作。像達爾文 (Darwin) 一樣，天才柏琴的兒子也是天才，這在實際上是不可多得的幸運呢。

(註一) 卽霍爾湯斯。



圖 4. 曼德列夫 像及其簽字

曼德列夫和週期律



*D Mendeleev*

## 曼德列夫和週期律

帶着神祕色彩的俄羅斯，時常會產生幾個學術界的偉大人物。托爾斯泰 (Tolstoy) 和柴可斯基 (Tchaikowsky) 是全球崇拜的文學家和作曲家，在科學界裏，生理學家巴烏羅夫 (Pavlov) 和化學家曼德列夫 (Mendelēeff) 都是俄國的傑出人才。

曼德列夫的週期律 (periodic law) 使化學家的建築材料——元素——表現一種極美妙的相互的關係，一八六〇年的混亂局面，經曼氏的一番整理，於十年後就變成自然界的定律，近代的新奇發現，得力於週期律的着實不少。

曼德列夫名米德理依凡魯維契 (Dmitri Ivanowitch) 於一八三四年二月七日生於西伯利亞的托波斯克 (Tobolsk)，他是十一個（有說是十四個或十七個）子女裏最小的一個，他的祖父索可羅夫 (Pawal Maksimowitch Sokoloff) 在希臘教會 (Greek church) 裏供職，

因地位不高，照例可以結婚。生有四子，第二個叫做依凡（Ivan），幼年經營販馬事業，人多稱他做曼德列夫（俄語交換商品之意）。其後依凡到彼德格拉（Petrograd，現稱列寧格拉 Leningrad）入師範學院（Pedagogical Institute）畢業後由政府任命主持托波斯克的中學（gymnasium），不久就和可尼羅夫馬利亞（Maria Korniloff）結婚。馬利亞的祖先自從一七〇〇年就住在托波斯克，經營造紙和玻璃的工業，西伯利亞有這種工業，自他開始。馬利亞的父親於一七八七年創設印務局，二年後發行西伯利亞的第一種報紙叫做厄爾鐵虛（Irtysch）。據傳說他們家裏在上代曾經有人娶過韃靼（Kirgis Tartar）美女，純俄血統因以摻雜了蒙古血統，事實上後代子孫確有幾個有很顯著的東方特徵，但是米德理卻沒有。

馬利亞最鍾愛的是米德理，時常用親愛的口吻叫他做密天加（Mityenka）。不幸出世未久，他的父親因雙目生障完全失明，不得已辭去職務，由政府給與一千羅布（rubles）的養老金，簡直沒法維持生活。米德理的母親至此就表現特殊的能力，除了家裏的殘廢的丈夫和八個未成年的子女，必須照顧外，還能夠親自主持玻璃工廠，並且成績很好。

米德理從小就有特殊的記憶力，七歲時就進托波斯克的中學，數學、物理和歷史的成績極佳，不過對於文字——尤其是拉丁（Latin）——毫無興味；這種態度，一直到老都沒有改過。當時的托波斯克有很多從俄國本部放逐過去的政治犯，其中有個叫柏桑格林（Besangrin），日後娶米德理的大姊奧爾加（Olga），米德理的科學智識和對於科學的興味，得於姊夫的地方不少。

一八四九年，曼德列夫米德理在中學畢業，時年十六歲，成績除經典外都頗佳，因此不能得到政府的資助繼續在大學求學。他的父親已經在二年以前患肺癆逝世，玻璃廠又以火毀，但是曼夫人並不因此灰心，以五十七歲的高年，毅然的和尚未自立的米德理和他的姊姊依禮薩伯（Elizabeth）遷居莫斯科（Moscow）。她原想在莫斯科可以設法使米德理進大學，不料阻礙還是很多，米德理的成績並不是最優良的，她又不認識什麼有勢力的人物，除自費入學外別無他法，還是他們祇得再搬到彼德格拉，在那裏找到他父親的一個朋友當中央師範學院（Central Pedagogical Institute）院長的普勒特諾夫（Pletnoff），由他的幫助曼德列夫終於得到了政府的資助進了那學院，專習數理。

至此，曼夫人已經精疲力盡衰極而死，曼德列夫在後來出版的溶液 (Solutions) 一書裏寫過這麼一段序文：「這一冊研究錄是一個最小的兒子紀念他的母親而作的。她一邊主持工廠一邊利用工作教育他，她用實例來教導，用母愛來矯正過錯，她爲了要給他專習科學的機會特爲伴他遠離家鄉，並且不惜罄其所蓄的錢財和精力。臨死的時候，她說：『戒除一切的錯覺，盡力工作，勿多說話；耐性的去求神聖的科學的真理。』她深切的明瞭辯證法的缺點，她知道現在的學識尙未達完全的境地，她也曉得科學如果用和平的手段和堅強的意志，終究可以克服一切迷信，僞說和錯誤都可以消滅，使那些尙未發現的真理得到保障，將來的發展就不會受阻礙，因此普遍的幸福和內在的愉快就可以達到。他母親最後的幾句話，在曼德列夫米德理的心上，是絕對神聖的。」

所謂師範學院，是在一八五八年取消的。當時是個專門訓練中等學校教學人才的學校，教室和教授大概都是同大學 (university) 合的，但在管理上自成一系統。當年曼德列夫的教師，比較著名點的有屋斯克倫斯基 (Woskrensky) (化學)，蘭茲 (Fmil Lenz) (物理)，奧斯多格拉斯基 (Ostrogradsky) (數學)，魯字雷特 (Ruprecht) (植物)，柏蘭特 (F. Brandt)

(動物) 枯托加 (Kutorga) (礦物) 和 薩維虛 (Sawioch) (天文) 曼德列夫 在這些教師——尤其是化學教授屋斯克倫斯基——的心目中，都是優良的學生，畢業的時候由學校贈與全能獎章。

不知是爲了過於刻苦，還是原來身體孱弱的緣故，曼德列夫 到完成學業的時候，已經衰弱到不成樣子。著名外科醫生皮羅哥夫 (Pirogoff) 警告他說，惟有到南方去小住一時可以延長他的生命，不過就是這樣，至多也不過維持六七個月罷了。著名的醫師和其他的著名的專家，常會弄錯。曼德列夫 繼續活了好多年，不過他到克萊米 (Crimea) 的旅行，的確是他的一服救命的藥劑。

曼德列夫 先後在息母佛羅波 (Simferopol) 和奧臺薩 (Odessa) 的高等學校 (gymnasium) 裏擔任理科教員，(註1) 一八五六年返彼德格拉，由容度 (specific volumes) 的研究，得化學碩士學位和大學講師 (Privatdozent) 的職務。從此曼氏 漸露頭角，一八五九年教育部長特派他到國外各實驗室去實習。他利用這個機會先到巴黎 加入雷諾爾 (Regnault) 的實驗室，然後再到海德柏格 (Heidelberg) 進本生 (Bunsen) 的實驗室練習。在這兩處他都沒有



直接跟主任學習，完全獨立的研究他自己的題目——液體的物理性質。在海德柏格他簡直自己另外佈置了一個實驗室。

曼德列夫的歐遊，恐怕要算一八六〇年在卡爾斯魯赫 (Karlsruhe) 舉行的國際化學會議 (Congress of Chemists) 對於他最有影響。他親聆意人卡尼柴羅 (Cannizzaro) 領導的原子量論戰。誰又敢說，週期律的種子，不是那個時候種的呢？

曼德列夫於一八六一年返波德格拉，提出一篇討論「水和醇的化合」的論文，得科學博士學位，不久他就被任工業學院 (Technological Institute) 的化學教授。講解中頗感俄文化學教本極少編纂優良的，決計親自編一冊有機化學教本，一鼓作氣的盡兩個月的功夫完成，共計五百頁，時間雖極短促，結果極佳，用俄文寫的有機化學還是他的最好，波德格拉研究院 (Petrograd Academy) 爲此贈以杜米多夫獎金 (Domidoff Prize)。

曼氏三十二歲的時候 (一八六九年) 被聘爲彼德格拉大學的普通化學教授。當時擔任有機化學教授的是布特勒羅夫 (Butleroff)，對於糖的合成，很有研究，是費雪爾的先驅者。曼氏的

工作很繁重，除上課和照顧實驗外，還有許多行政上的職務，但是他還有時間翻譯伐格納（Wagner）的化學工業（Chemische Technologie）和做研究工作。當年三月他在俄國化學會發表他的傑作：「元素的性質和原子量的關係。」

雖然曼德列夫並不是第一個人，想到元素間有相互的關係。遠在一八二九年德柏萊納（Dobereiner）已經發現有許多元素可就性質三個聚成一組，每組裏的最大和最小原子量的等差中數和中間的一個原子量約略相等。

讀者或者有不十分明白怎樣叫原子量的。原子量並非一個原子的絕對的重量，因為原子是眼力不能達到的極微小的東西，自然沒法稱牠，我們的原子量是比較的重量，譬如氫的原子量我們算牠是一（並不是一斤或一兩），氮的原子量是十四，那就是說氮的原子比氫的原子重十四倍。我們在事實上是稱得了很多元素的重量，再和我們所選的標準元素——氫或氧——來比較。

上述德柏萊納的發現不過是初步，嗣後有英人紐蘭茲（Newlands）設法排列當時所知道的八十多個元素，使各元素間相互的關係一目瞭然，他在一八六六年在英國化學會裏宣讀他的

論文宣佈他發現的所謂八度律 (Law of Octaves)，意思就是各元素若依原子量順序排成幾個橫列，每列八個，那麼所成的縱列都是性質相似的元素。但是當時聽衆的態度，極爲不妙，有一個好事者站起來質問紐蘭茲爲什麼他沒有拿元素照第一個字母順序的排列起來，還有一個替他提出了許多八度律在樂學上的新用途。倒霉的紐蘭茲祇得抱頭鼠竄的回家，他的論文自然也不能在會誌 (Journal) 上發表。不過二十一年後，皇家學會追認他的功績，以台維獎章贈給他。

當時科學家的傲慢態度，固不能原諒，但是他們的懷疑，未可厚非。紐蘭茲的弱點在缺乏澈底的試驗，他那種未曾成熟的系統，給埋頭實驗的人看的，確是不容易明瞭的。

曼德列夫三年後的論文，拿幾個主要的困難都解決了，所以其餘的化學家不得不承認週期的意義。他的說明都有很精密的實驗做後盾，自然不是徒尙空談的可比。

看第四十五頁的附表，就可以知道元素照原子量由小到大順序排列，到第九個氫，就同在上的一個氫極相似，（最輕的元素氫應該是第一個，但是照性質沒有適當的地位。）第十個鈉和第二個鋰又極相似，一直往右看都是如此，總之，每一縱列的元素都有很多相似的地方。週期律的

大概就是這點，雖然實際上，沒有這樣簡單。

週期律，所以能夠引起科學界的注意，是在曼氏的善於應用。譬如當時公認的金的原子量是一九六·二，照例應當在鉑（一九六·七）鉍（一九六·七）和鐵（一九八·六）的前，但是曼德列夫說，照性質金應該在後，牠們的原子量不準確，必須校正纔會和他的週期表相合。後來經過精密實驗，知道他的話一點也不錯，校正的原子量是：鐵一九〇·九，鉍一九三·一，鉑一九五·二和金一九七·二。但是曼德列夫的預言還不止此，他發現表裏有幾個空位，不能填滿，因此他就確定這幾個空位屬於當時還沒有發現的元素，他並且能夠從鄰近各元素的性質，推知那個未發現元素的性質。譬如砷的左鈦的，下有個空位，曼氏稱這個元素叫「似矽」（ekasilicon）並且替牠決定了應該有的性質。一八八六年，文格勒（Winkler）發現鍺（germanium）和曼氏預言的「似矽」極相似，（參看附表）

曼氏的「似矽」

鍺

原子量

七二（Fe）

七二·五（Ge）

密度

五·五 ( $\text{Fe}_3$ )

五·四六九 ( $\text{Ge}$ )

氧化物的密度

四·七 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

四·七〇三 ( $\text{GeO}_2$ )

氯化物的密度

一·九 ( $\text{Fe}_2\text{Cl}_4$ )

一·八八七 ( $\text{GeOCl}_4$ )

氯化物的沸點

攝氏百度下

攝氏八六度

乙基化合物密度

〇·九六 ( $\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ) 以下 ( $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ )

乙基化合物沸點

一六〇

一六〇

誰又能夠不信週期律是實在的？理論的可靠與否，完全以事實為歸依。週期律在化學史上和道爾頓的原子學說同為兩座指示門徑的燈塔。近代的重要發現，像萊母賽 (Ramsay) 的稀少氣體和居禮夫人的鐳，都直接和週期律有關。(註11)

曼德列夫的論文和他的化學原理 (Principles of Chemistry) 於同年——一八六九年——出版。這部兩卷的巨著，不久就譯成各國文字，各譯本都再版多次，至今還不能算陳舊的書籍，五十年前的化學書，能夠有這種持久性，確是不容易的事。這部書有一半以上是小號字的註釋，大

部分是著者個人的意見，讀者於此可以得到解決許多新問題的門徑。

曼德列夫直到一九〇七年去世時，始終在繼續不斷的研究和寫作。他和研究同事共同發表過二百五十多篇關於化學各方面的文字。在理論的一方面，他研究什麼液體的性質，溶液的理論和氣體的定律這一類的深奧的問題，至於大氣上層（以太 ether）的成分，簡直近於玄學了。但他也做過於政府和人民有即時的利益的工作——巴古（Baku）石油田的研究。他在一八六六年發表過一篇高加索（Caucasus）的石油泉（naphtha springs）研究。一八七六年，他特為到美國本雪芬尼（Pennsylvania）考察，到一八八六年俄政府以巴古油田有消滅的可能特聘他專門研究，結果極佳。

一八八七年日蝕，曼氏乘氣球上升考察，雖不無危險，總算安然下降，所獲雖然極微，當地的聲名，因以大譟，農家婦女日後還時常談起說：「米德理依凡魯維虛乘一氣泡透過天空，因此官家就聘他做化學師。」

一八八二年英國皇家學會以台維獎章贈與曼德列夫和買爾羅他（Tothar Meyer 德人，

和曼氏同年發表，元素的週期分類法，他的原子容積 (atomic volumes) 是極有意義的「貢獻」。一九〇五年皇家學會又贈以可普萊獎章 (Copley Medal)，這是他們最高貴的獎，可見曼氏當時的地位了。此外他受過普林斯頓 (Princeton 美國)、牛津 (Oxford)、劍橋 (Cambridge 以上英國) 和苟廷根 (Göttingen 德國) 各大學的榮譽學位。一八八九年又得英國化學會的法拉臺獎章 (Faraday Medal)。

曼德列夫在國外的榮譽，卻不能抵消他的教授生活的煩惱。波德格拉研究院，不知是爲了嫉妒的驅使，還是爲了他不是個帝制派，不予通過他的入院案。同時教育部感覺他思想太自由，學生方面，又有很多認爲他不徹底，因此兩方面都不十分歡迎他。有時候他利用中立的地位做和事老。一次在一八九〇年，嚴重騷動後，一切思想上的自由，概被軍警剝奪，曼氏力勸學生暫時息爭，並且允許替他們拿呈文上給教育部。這一回的舉動引起當局的嚴重反感，他接到一個措辭嚴厲的手諭，叫他以後除化學教授分內的事，不必多管。曼德列夫至此不能再忍。辭去大學教授的職務。三年後財政部長維德 (Sergius Witte) 委他做度量衡局局長，這在政府方面算是一種補賞的表示。

但是曼德列夫就此終老，他的事業因此受不少的影響。

看過他的化學原理的，可以想像到他是怎樣動聽的講師。哥登柏格 (Goldenberg) 說：「我在一八六七——九年之間，是工業學院的學生，我們的教授是曼德列夫，他在一八六八年講有機化學。我們先前讀的無機化學好像祇不過是一大堆很難記的方式，後來幸虧遇到曼德列夫，他使我感覺到化學的確是一種科學。最妙的是聽衆的思想和他的能夠合一，他的結論時常可以預先料到。記得他說過不止一次：『我不願意給你們強記許多事實，但是我希望你們能夠閱讀化學參考書和其他的化學文獻，並且希望你們能夠分析牠們（指書報等）。總之我要你們真的懂化學。還有你們應該記着，假說不就是學說。』他的學生都引以為同志，認為他是個自由思想者，每當學生們和學校當局有所爭執的時候，他時常利用他的勢力替學生設法改善許多事情。」

著名俄社會學者克魯包金 (Prince Peter Kropotkin) 也是曼德列夫的學生。他說：「很幸運的，我在一八六七——九年間，聽過他的無機和有機化學講解……講堂裏大約總擠滿了二百個學生，這許多學生裏，恐怕很多跟不上曼德列夫的討論，不過對於那幾個少數能夠瞭解他的



學生，他的講解是智力的興奮劑，和科學的思考極佳的模範，這對他們將來的發展，必定像我一樣，有很深刻的影響。」

曼德列夫於一八六三年，在工業學院任內，娶妻叫勒斯托夫（Leethoff），生一子富拉迪默（Vladimir），（三十四歲死），和一女奧爾加（Olga）。夫婦間極不和睦，曾經分居多時，最後還是離異了事。一八七七年，他又愛上了一個可薩克（Cossack）族的年青藝術家叫普普伐（Anna Ivanovna Popova），一八八一年結為夫婦。曼氏的藝術觀念，受後妻的影響不少。他在哥羅斯日報（Golos）上發表過一篇論藝術的文字。大意是說：十六世紀和以前的藝術都是以人物為主，因為他們崇拜的是人。在科學上這種態度造成了數學的邏輯，玄學，和政治學的特殊發展。其後，人類發現自身的理解力並不絕對的可靠，而研究外界的事物往往能夠使人們更深刻的認識自己。自然界就變成研究的對象，經過相當的考察和經驗，以及歸納的思考，不久就形成一種更強和更有效力的探求真理的方法。人不過是整個自然界的一部分，所以人的外界由輔助的地位到了和人平等的地位。風景畫的產生和上述的變化幾乎同時發生，自然的研究和風景畫都以外界做對

象。雖然，人並不是完全退位了，他現在不是從前那萬能的主宰，但是全部的一分罷了。

曼氏自娶後妻，就住在大學裏，其後又遷居局長住宅，他家裏掛了許多夫人作的鋼筆名人像：拉瓦西、迪卡爾（Descartes），牛頓（Newton），加里萊（Galileo），枯柏桌克（Copernicus），格萊哈母（Graham），米雪米赫（Mitscherlich），羅賽（Rose），雪佛魯（Chevreul），法拉臺、柏臺羅（Berthelot），杜馬（Dumas）等。

曼德列夫是個十足的斯拉夫（Slav），身材中等，頗強健，髮蓬鬆，藍的眸子，高的顴骨，再加上一個極大的前額，極容易惹人注目。在家裏他像托爾斯泰一樣，喜歡穿他親自畫樣製成的寬大服裝。他對於華麗虛浮的一切，都極端的鄙視。俄皇亞歷山大三世（Tsar Alexander III）召見他，他極不願意，後來特許他任意穿着，並且任他帶着蓬鬆的頭髮，方纔實行覲見。他時常乘三等火車，從彼德格拉到他的私邸，但是一到車站，他的車夫柴索林（Zassorin）早已備了他的馬車和一對駿馬在候他，祇見從三等車房裏出來的窮客人搖身一變為富裕的地主。

曼德列夫有種不可捉摸的性情，和他同處頗不容易維持好感，有時候態度和平，言語溫柔，有

時候暴躁不堪。

曼氏雖然不尚修飾，卻很注意人家對於他的態度。他知道自己<sup>是</sup>天才，並且希望人家尊敬他。萊母賽爵士曾經敘述過一件極有味的事：時間在一八八四年，他們兩人不期在爲柏琴 (Perkin) 設的宴席上相遇。萊氏說：「我到得很早，正在那裏翻閱來賓的名單想消磨點時間，忽然有一個很奇特的外國人，頭上每根頭髮都好像是獨立生長的，前來鞠躬。我就說：『我想今天到的人必定很多。』他說：『我不會英語 (I do not spik English) 』我就說：『Vielleicht sprechen Sie Deutsch?』 (『你或者會說德國話罷？』) 他說：『Ja, ein wenig. Ich bin Mendeléeff.』 (『是』的，稍爲能說一點。我是曼德列夫。) 我不說：『Ich bin Ramsay.』 (『我是萊母賽。』) 我說：『Ich heisse Ramsay.』 (『我叫萊母賽。』) 這或者要比他謙遜些。我們互相自薦後，談論些我們共同感着興味的題目，直到約二十分鐘以後，方纔有第三個到會的。我覺得他是個漂亮人物，不過他的德語不怎麼純粹。他說他在東西伯利亞長大，到十七歲方纔會說俄語。我疑心他總是卡爾默克 (Kalmuck) 人，或者類此的外路人。」

一九〇〇年，普魯斯研究院（Prussian Academy）舉行成立二百週年紀念慶祝典禮，曼德列夫代表彼德格拉到會。聚餐時范霍夫（Vant Hoff）招待拉登寶（Ladenburg）在右，曼德列夫在左，坐在一個靠一邊的桌上。曼氏有煙癮，在桌面上不能吸煙使他難堪。據拉登寶說：湯吃過了，曼德列夫立刻就向左邊的賓客探詢席上是否可以吸煙，他們都說這當然是不可能的，但是第一道菜完了，他又問，以致每次上菜之前提出同樣的問題。范霍夫實在覺得他可憐，大膽的提議，他願意陪曼氏抽煙。於是他們倆就破例的大抽特抽，曼德列夫從此就變成了一個很和善的伴侶，不過范霍夫當時已經表現潛伏的肺病，早已由醫者禁止他吸煙，為了解人家的苦悶而犧牲自己，范氏真是損己利人的了。

曼德列夫積極反對經典教育，他的主張和歐戰後各教育家的實用科學運動不謀而合。他說：「俄國教育的主體，應該是真實的和現在的，不是死文字，文法的規律，和空泛的討論。這些因為沒有實驗的約束，往往造成自欺，錯覺，臆斷，和利己的心理。」他又說：「祇有在學校裏極力提倡實在主義，方纔可以達到世界大同和普遍的和平。這種改革需要很多有力的實踐者；經典派祇配做地

主，資本家，公務員，文學家，批評家等，一天到晚的描寫和討論，但是實際上不過間接的有益於大眾。我們沒有柏拉圖（Plato）可以生活，但是我們需要多數的牛頓替我們開發自然界的祕藏，使我們的生活和自然界的定律適合。」

從這種言論，讀者或者要推想他是思想急進的人物，但是事實卻又不然，這和他坐三等車後乘自備馬車同樣的矛盾。日俄戰爭時，他是屬於侵略派的，戰時俄帝國內部的革命暴動和最後的敗北，給他劇烈的打擊。一九〇四年，俄國科學界籌備大舉慶祝曼氏的七十誕辰，蟄居彼德格拉的壽翁，頹傷已極，任人擺佈而已。

曼德列夫對婦女的態度，也是他的特徵之一。他在度量衡局裏用了幾個女職員，表示他的寬大，但是一方面他認為在智力上婦女無疑的不及男子。他說女權運動者的主要目的，與其說是什麼政治上的地位，不如說是工作機會的均等。這話或者也有點對罷。

曼德列夫於日常工作完畢後，即返士爾（Tver, Boblova）私邸，六時晚餐，餐時最喜歡和知友閒談，這往往是他的談吐最鋒利的時間——尤其在講到科學的哲學的時候。餐後如果沒有

朋輩相聚，他就一邊抽煙一邊看冒險小說，他實在是歡喜文學的，所以時常他也會讀些深奧點的作品，他本國的梅可夫 (Maicoff) 和特契夫 (Tutcheff)，和英國的拜倫 (Byron)，都是他最愛的幾個作家。他難得看戲，很愛音樂，對於悲多芬 (Beethoven) 尤為愛好。「但是我所最愛的無非是要我的子女在我身邊。」他自己說。

曼德列夫於一九〇七年以肺炎逝世，在未入彌留狀態之前，他叫人家替他讀佛恩的北極的旅行 (Jules Verne: Journey to the North Pole)。

托爾斯泰在文學上，並不高於曼德列夫在化學上的地位，他們倆名望相埒，都是產於俄羅斯而屬於世界的偉大人物。

週期	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	氫 H=1.008	鈹 Be=9.02	硼 B=10.82	碳 C=12.00	氮 N=14.01	氧 O=16.00	氟 F=19.00	
2	氦 He=4.0	鋰 Li=6.94	鈉 Na=23.0	鎂 Mg=24.32	鋁 Al=26.97	矽 Si=28.06	磷 P=31.02	硫 S=32.06
3	氖 Ne=20.18	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
4	氬 Ar=39.94	鉀 K=39.10	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
5		鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
6	氬 Kr=83.7	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
7		鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
8	氬 Xe=131.3	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
9		鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
10		鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
11		鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08
12	氬 Rn=222	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08	鈣 Ca=40.08

曼德列夫和週期律

週期律表

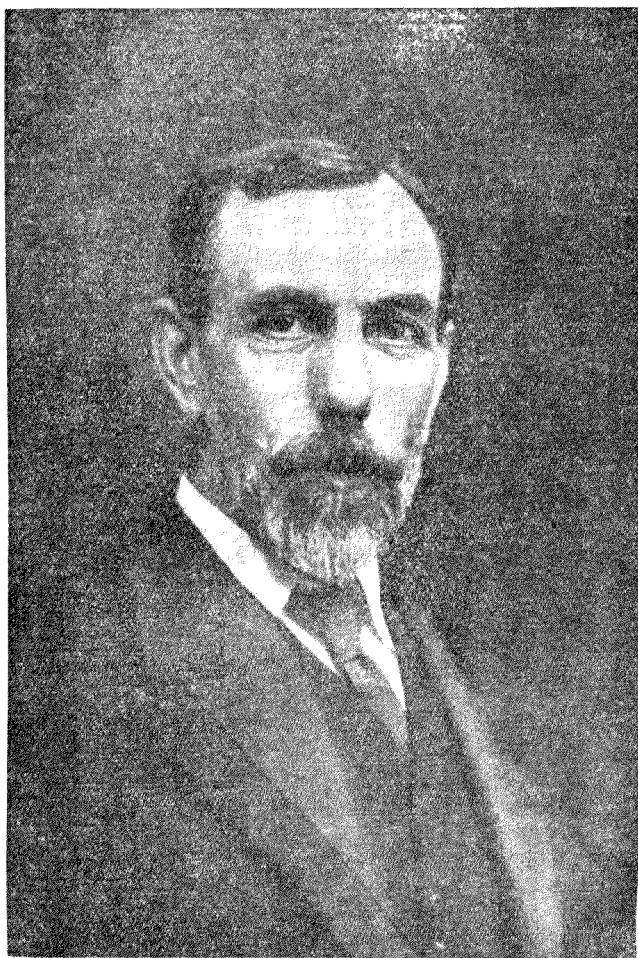
(註一)高等學校 (Gymnasium) 比我國高級中學程度略高，在德俄等國是入大學必經的一級，功課認真，管理嚴格，畢業的大都有根深蒂固的基本知識。

(註二)法國的香古都意 (Chancourtois) 和德國的賈爾羅他 (Lothar Meyer) 都發表過一種元素的週期分類法。賈爾羅他的原子容積 (atomic volume) 極有意義。他的論文和曼德列夫的在同一年 (一八六九) 發表。這種理論無疑的是已經到了發表的時機了。



圖 5. 萊母賽 像及其簽字

萊母賽和稀少氣體



*William Ramsay.*

## 萊母賽和稀少氣體

在大戰前英德科學家交情很密的時候，德國物理化學者歐斯伐（Ostwald），論萊母賽，推崇至，斷定他是科學界裏的思考派。這話是確實的。萊母賽有無限的想像力，他的成功祕訣，在能夠運用他的均勻的科學智識來輔助他的想像力。他能大膽的解釋新問題和精密的以實驗證明他的見解。他沒有迷信來約束他的思想，但是有料事如神的能力和驚人的實驗技術。使他接二連三的揭露了一羣新的氣體，繼之又做了驚人的原子蛻變的實驗，科學界都爲之咋舌，時常在那裏屏息靜候他下一次的爆發呢！

這位天才的祖先，都是很平凡的人物，他的父親對於科學，稍爲有些興趣，他也有個伯父，是個有聲望的地質學者，但是這些都不致於和萊母賽的才智相關。他是一八五二年在格拉斯哥生的，十一歲時進格拉斯哥學院（Glasgow Academy）的第三拉丁班（third Latin class），三年

之中並沒有什麼特殊表現，拉丁文既學得不好，獎牌也沒有得到過一個，但是卻喜歡整天的胡思亂想。他在自傳裏說他自己「是個略爲有點早熟的，但是懶惰而喜歡思慮的小孩。」這和歐斯伐的天才說相符合：「早熟差不多是天才的普遍現象，而夢想的習氣就表示着一切創造的基礎——獨立推考的能力。」在校裏，也很早就喜歡學習文字，據說在教堂裏他時常利用講經的時間閱讀法文或德文的聖經並且還要設法譯成英文，日後在主持某次國際科學會議時，他接連的用法語、德語和意語致辭，使聽衆驚奇不置。

他最初和化學的接觸是很奇特的，一次足球比賽時折了腿骨，在長期休養中，想翻翻書解悶，因爲原想學做爆竹，就乘機看化學教本，此後的四年裏，他的臥房裏可以看見很多的瓶子和試管，時常還可以聽到怪聲聞着怪味。但是他正式的習化學，是在一八六九年進格拉斯哥大學的第四年。那年他就和理化結不解緣，由人介紹得識教授湯姆森 (William Thomson 即 Lord Kelvin)。湯教授給他一大堆的亂銅絲，叫他設法整理。他費了一星期的功夫做完，湯教授大概認爲滿意，因爲他立刻就教他研究象限靜電計 (quadrant electrometer) 的構造和效用。

一年的基本化學就決定了萊母賽的前途，一八七〇年，他就束裝赴德，先到海德伯格（Heidelberg），數月後又改到德於賓根（Tübingen）從費迪虛（Fittig）學習。在那裏的兩年，工作極形緊張，他給父親的信上說：「我五點半起身自修，六點和七點之間進早餐，七點到九點上二次課，從九點到下午三點是實驗（我現在略進午點，正餐改在晚上六點，這樣可以多做點實驗），從三點到五點自修，五點到六點聽講，六點正喫飯。現在是八點，我又要工作了。」這樣的直到博士學位考試足有兩年。關於博士考試，他信上說：「星期一上午七時起到十二時，下午三時起到八時，實在很夠了。」化學考試的題目是（一）碳化合物和矽化合物的同異，（二）甘油及其較近發現的衍生物和他種含有三個碳原子的化合物的關係。物理的是（一）測定氣體和蒸氣比重的方法（二）晶體在偏極化光裏的各現象。他信上這樣說：「第一個題目做得很完全，第二個不怎麼好，兩個物理的題目都答得還不錯。今晚舉行口試，全體教授一共五位都到。費迪虛出了幾個很難的問題，但是羅靄虛（Reusch 教物理的）的問題到很容易。試畢，我們先行出門，約五分鐘後，他們再叫我們進去正式告訴我們考試及格。」

萊母賽的博士論文專論「苯甲酸和硝基本甲酸」這是一個純粹有機化學上的題目，和他日後成名的工作絕不相關。返國後在格拉斯哥的楊氏工業化學實驗室 (Young's Laboratory of Technical Chemistry) 當助手，在這裏教的大半是無機化學，他的有機化學沒有多大的用處，所以他祇得隨時東拾西補的集了許多和物理化學有關的事實，以應付需要。

不久他改就格拉斯哥大學 (Glasgow University) 的助教 (tutorial assistant)，這樣他可得到比較適合他性情的學術環境和繼續有機化學研究的機會。大學實驗室的地窖裏，藏有前任教授所製大量的骨油 (Dippel's Oil)，現任教授不幸是個考骨董，他以為這種油祇配當做博物院裏的樣品看待，所以萊母賽建議要研究牠的時候，教授極端反對，但是最後還是拗不過萊母賽的固請，許他試驗，結果他發現許多關於吡啶和牠的衍生物的新事實。

萊母賽怎樣會轉向物理化學呢？據他自己說在利用賈爾的汽密度法 (Victor Meyer's vapor density method) 測定有機化合物的分子量的時候，遇到物理化學上的問題，使他轉向研究。但是萊母賽是具有天生的觀察能力的，他早就看出物理化學將來的地位。他是在英國最早，

賞識古德柏格和伐格的質量作用定律 (Guldberge and Waage's law of mass action) 的一個，日後他也是第一個在英國認識和翻譯范霍夫的「溶解的物質和氣態的物質相似論」 (The analogy between the state of substances in solution and the same when a gas)。買爾的汽密度法使他想到測量液體在沸點的容積，這種試驗又引他到許多相聯的研究，他和楊和先爾茲 (Young and Shields) 兩位同事，爲了這類實驗忙了好幾年功夫。

萊母賽在格拉斯哥大學服務六年，其間有好幾處的講座機會，他都交臂失掉，失望之中，他甚至考慮設立化學工廠的問題，幸而不久就受聘到柏立斯多 (Bristol) 由臬佛雪底學院 (University College)，據說他這次成功是因爲他懂荷蘭文，校中某董事是位牧師，因爲遇到一個荷文的經題沒法懂得，萊氏曉得了，自動的替他解決了困難，其後在開會的時候，萊母賽以一票之差獲得通過！萊教授的年俸是四百磅，照聘約應該於第一第二學期每週授課三次兼管學生練習，第三學期改授簡略課程，全部實驗要歸他監督，晚間另外每週授課一次，兼管學生練習，此外還要時常作公開演講和教導染術。

這樣一個工作表，自然不容許什麼研究了。本來董事們那裏會顧到這些？但是這年未滿三十的教授卻有特殊的精力，接任後不久他就大舉拓荒，再接再勵的測定了許多氣體密度，液體在沸點的容度 (specific volumes)，液體的汽壓和液體的臨界常數 (critical constants)。繼着就是和助理楊格合測的固體和液體的熱的性質 (thermal properties) 和蒸發和分離 (dissociation) 的實驗，費時幾年，到一八八七年萊母賽改就倫敦的聘，當時他已經頗有名望，翌年得選為皇家學會會員。(F. R. S.)。在倫敦他仍舊繼續和助理先爾茲研究物理化學的問題，其中最著的是測量表面張力，從通常溫度到臨界溫度為止，結果產生所謂萊母賽先爾茲方程式 (Ramsay-Shields equation)，我們現在可以應用這個發現來測定液體的分子量。

一八九〇年，英國科學促進會 (British Association) 在利茲 (Leeds) 舉行會議，物理化學的，首創者范霍夫和歐斯伐都從歐洲大陸專程來英相聚，在英國的物理化學者萊母賽自然極感興趣。歐斯伐和萊母賽初次相會是在斯密塞爾斯教授 (Prof. Smithells) 的家裏，斯教授說：「我記得星期六伴他們幾位到芳頓士寺 (Fountains Abbey) 在斯德萊 (Studley Royal)

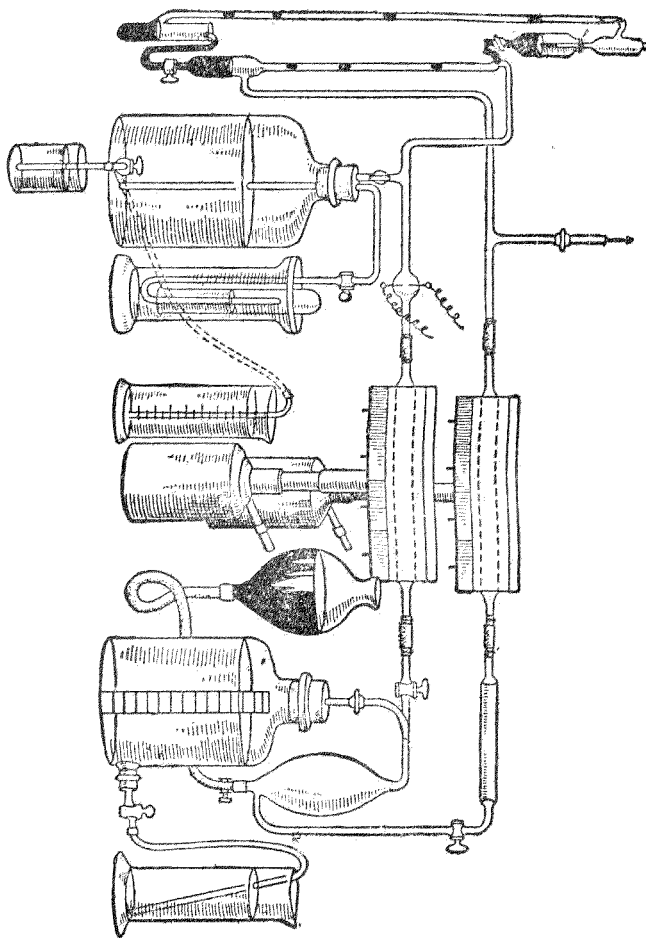
的美境中，祇聽到講電離學說。次日午餐，論戰達到焦點，起頭是在進湯時，費慈吉拉 (Fitzgerald) 借着湯內食鹽分子是否完整的問題，拿了一張圖案繞過餐桌和對面坐着的范霍夫和歐斯伐爲難。萊母賽是極端贊成電離說的，眼見歐斯伐以不完整的英語不能克敵，盡量的替他解釋，並且談諧百出。會議爲之生色不少。萊母賽和歐斯伐的友誼和相互的同情，就從那時起，直到大戰發生，方纔爲了護國的熱誠發生裂痕。」

現在要敘述萊母賽一生的重大事業了。拉萊爵士 (Lord Rayleigh) 當時在測定各種氣體的正確密度 (exact density)，他發現空中氮的密度，總要比化合物中得到的氮的密度略爲高些，時爲一八九二年，他在自然周刊 (Nature) 上登載通訊一則如下：「我對於最近得到的氮的幾個密度頗爲懷疑，希望貴刊讀者能夠貢獻點意見，我得的密度，跟氮的製法（兩種）而異，兩種密度相差雖只千分之一，但是仍超過實驗差誤。」拉萊有一次實驗中得到一二〇〇分之六或百分之〇·五的差誤，但是他的實驗差誤不會過〇·二%。

萊母賽立刻就抓着這個機會，他知道這是個有希望的題目。他記得好幾年前他發現鎂能夠



圖 6. 萊母賽由大氣中提取氫時所用之儀器



吸收氮，他想如果先除去了空氣裏的氧，然後再用加了熱的鎂，反復的吸收氮，假如有氧和氮以外的物質最後必留存器中。他的實驗的確給他一種餘下的氣體，在分光鏡中顯示特殊的光譜。這個氣體就稱做氫（argon 意即遲鈍）是個比氮還要難化合的元素，其實牠根本就不能和那一種元素化合！

不久，萊姆賽又注意到美國地質調查所（U. S. Geological Survey）海勒柏蘭氏（Hillebrand）的實驗。他從幾種礦物裏得到他認為是氮的氣體，但是現在他疑心裏面一定也有氫。萊姆賽立刻弄了些氣體試驗，果然發現氫。但是另外還有一樣氣體，光譜和太陽色層（chromosphere）裏的氦（helium）相同，因此知道原來認為太陽裏特有的元素地球上也有。這是在一八九五年，在三月二十四日寫給他夫人的信上，他這麼說：「等我先告訴你最重要的消息。我拿新得的氣體裝在真空管裏，設法使牠的光譜能夠和氫的同時觀察。不錯，氣裏有氫，但是在鈉線附近有一條很分明的黃線。我覺得這很奇怪，但是不久就得了點意思。我拿這事告訴克魯克斯（Sir William Crookes），星期六晚上我和哈萊（Harley），先爾茲三個人，在暗房裏同觀光譜時，接

到克魯克斯的電報，現在我拿電報附上，你或者要莫明其妙，他所說的氦是日光光譜裏一條線的名字，這線大家都知道屬於地球上從前沒有發現的一種元素。這是勝過一切的發現，比氫還要有意義。我昨天立刻就打電報給柏臺羅（Berthelot），我已經有信給拉萊爵士明天我想通知皇家學會……」

一八九五年英國化學會舉行年會時，以法拉臺獎章贈與拉萊爵士，同時正式宣佈氦元素的發現，其後經研究知道很多礦物和礦水中含有氦，但是空氣中含氦的證明還要歸功於開塞爾（Kayser）。氦也是一個不肯和任何元素化合的物質。

空氣自古就是一個研究的對象，一八九四年以前，沒有人疑心過空中還含有未發現的元素。不過卡文迪虛（Cavendish）在一七八五年曾經有過這種意見。萊母賽和拉萊的發現轟動全球科學界，皇家學會爲此贈萊氏以台維獎章。

氫和氦的發現，當初曾經煊赫一時，年青的學生都染了談論新氣體的風氣。聽說當時的試卷上，凡有涉及空氣成份的答案，都有氫和氦的名字，但是在急切要誇耀智識的時候有許多學生竟

忘了氧的存在！

但是萊母賽的把戲，還不止此呢。他研究週期表，斷定氦和氫的中間，應該還有一種鈍氣（inert gas）。他就大舉搜索：地球上所有的礦物，英法和冰島（Iceland）所產的礦水，和星間落下來的隕石，都試驗過，但一無結果。後來他得到了一點線索，他發現氫可以用擴散的方法分爲一輕一重的兩部分。這表示氫中或含有少許他正在追求的氣體，以前所以未曾發現，一定是成分過少的關係，所以要研究牠須從大量的氫着手。

萊母賽和他的助手特拉佛斯（Travers）開始工作。他們最初用十五呎的液體氫，蒸餾所得的最初的部分較氫輕，後來漸漸的有重些的氣放出。利用分光鏡可以證明那最輕的氣體叫氖（neon 意即新的），發出色似通常火焰的光；較重的叫氪（krypton 意即埋沒的），有兩條示性線，一黃一綠；第三個最重的叫氙（xenon 意即生客），放藍綠色光，光譜多藍線，極爲複雜。所以氫和氦以外，還加了氖、氪、氙三種氣體，一共五種，而且都在大氣中。

倫敦的化學會又有表示了。這回是郎斯達夫獎章（Longstaff Medal），是每三年贈給會

員中利用研究促進化學的最著者。哈可特會長 (Vernon Harcourt) 在給獎時說：「假如我可以說句貶抑的話的，我就祇能提出這一點：（講到這裏眼睛一霎）這些元素實在不配牠們現在所占的地位。假如元素都是這樣。不善交際，那就沒有化學了。」

萊母賽的氦研究，引他到放射的境界裏，他想答覆這個問題：爲什麼氦祇在有放射性的鈾和釷的礦裏存在？一九〇三年，他和索底 (Soddy) 共同證明從鐳元素可以得到氦元素的事實。這簡直是原子蛻變說死灰復燃了！這又是怎樣驚人的發現！古代的鍊金術家，日夜不懈的在想法使賤金屬變成黃金，經近代化學家認爲是不可能的，早已成爲定論，但是膽大心細的萊母賽卻不慌不忙的宣佈了他的實驗，告訴我們說：古代的鍊金術家，並沒有徒費光陰呢！

萊母賽又進而試驗鐳鹽對於銅和鉛化合物溶液的影響，他認爲銅和鉛能夠蛻變成鈉和鋰兩種性質絕對不同的元素，不過這日後由居禮夫人證明並非事實（參看「居禮夫人和鐳」）一九〇四年，萊母賽得諾貝爾獎金，十二月十日由瑞典王奧斯卡 (King Oscar) 給獎，同年得物理獎金的是拉萊爵士，得生理學獎金的是巴烏羅夫教授 (Prof. Pavloff)。給獎的翌日，萊母

賽在科學研究院裏講氫和氦，當晚瑞王請他晚餐。

萊母賽於一九一〇年和格雷 (Dr. Gray) 共同測定鐳射氣 (radium emanation) 的密度，這是實驗的傑作，因為他們所用的氣，總容積不過一立方耗的十分之一，等與一個不容易看到的氣泡，要得到準確的結果，至少要有一個十萬分一匙即能轉動的天秤。

萊母賽於一九一二年辭去教職，正式告退，一九一四年大戰發生，他表示願替政府盡力，但是他已經不能積極工作，一九一五年七月間，左鼻息肉長大，用手術除去好幾個。他給友人信上寫：「我已經忍受了好幾年了，一個人的忍受痛苦也會漸成習慣，但是去了牠的確舒服不少。」可惜這不過是暫時的。十一月間又施手術一次。一九一六年七月二十三日他就離我們遠去了。

萊母賽一生的六十多年，雖然不能算長的時期，到是極快活和大有作爲的。去世前幾個月，在給老友雷母森 (Tru Renssen) 的信上末尾幾句說：「好了，我感覺疲乏，祇得結束。我回憶我倆的友誼是快樂的一生中的極快活的一件事；因為我覺得我這一生是很快活的。」萊氏是個多方面的人才，不像常人觀念中的乾枯的哲學家。音樂和繪畫他都來得，而且藝也不凡。他是科學界裏

少見的語言家，一九二二年舉行國際化學者會議時，凡是聽過他建議向演講者柏特蘭教授 (Prof. Gabriel Bertrand) 致謝的幾句話，恐怕都不能否認他的演講的技術。





圖 7. 律嘉慈 像 及其 簽字

律嘉慈和原子量



I. W. Richardson

## 律嘉慈和原子量

在十九世紀的後半期，美國的藝術家中有個著名的畫家叫律嘉慈威廉（William T. Richards）。他的風景畫——尤其是那些描摹海水打擊沙灘或崖石的各種形態——備受愛好美術者的推崇，卒獲本雪芬尼美術研究會（Pennsylvania Academy of Fine Arts）的金牌。他的妻馬洛克（Anna Matlock）也是個有藝術天才的女子，曾經發表過很多詩詞。我們現在的主題就是他們的第四個兒子名洗奧德（Theodore William Richards），在一八六八年一月三十一日生於費拉德菲的吉門湯（Germantown, Philadelphia）。

他們的家況極佳，除吉門湯外，在紐波特（Newport）還有一所避暑的房子。時常還要全家到歐洲去走走。他們因為當地的學校辦理不完善，並且時常走動，所以家裏六個小孩的基本教育都由母親親自擔任。洗奧德的學習能力極佳，不久就趕上了那些上學校的同伴。他最初的志願，自

然是做美術家，但是這個志願漸漸的，不知不覺的，給科學的興趣奪去了，在未滿十三歲時，他已經有這種表示。

這種轉變無疑的是受了他家裏的老友枯克 (Josiah Parsons Cooke) 的影響，他是哈佛大學 (Harvard) 的化學教授，洗奧德在沒有進哈佛的時候，已經熟讀了枯克的新化學 (The New Chemistry)。雖然，他的天才是遺傳的，枯克不過使他的才能向化學上施展罷了。他的不憚煩的去追縱極細微的跡痕，是父親傳給他的，這位畫家時常在海邊上抱臂危坐，靜觀海水的波動，數小時如一刻。繼續研究好幾天，方纔動筆描摹水的動作。他甚至穿了游泳衣，兀立水中，去親身嘗試和分析波濤的動作。他的母親給他的是一種喜歡向深處鑽的性情；他的化學研究自成一系統，表示一貫的目的；他的母親的詩充滿着美感和深思。

律嘉慈十五歲入哈物福學院 (Haverford College)，天賦的記憶力，使他很迅速的上進——尤其是在化學和天文這兩科目。但是他並不是個書獃子，體格雖不強健（視力薄弱）然而很好運動，像網球、滑冰和游泳，他都參加。

雖然，律嘉慈所崇拜的是枯克，他和枯克一樣喜歡研究化學的理論。枯克在哈佛，不在哈物福，並且還有幾位，化學界的權威像吉布士（Wolcott Gibbs），賈克森（C. L. Jackson）和海爾（H. B. Hill）等都在哈佛。律嘉慈決計到哈佛去完成他的學業，他的父母也很贊同，因為他們都瞭解他，他們的宗旨始終是：「拿你所有的好處盡量的給他，然後聽從自然的發展。多指導，少強迫。」於是律嘉慈束裝赴哈佛，入大學四年級。

翌年（一八八六）律嘉慈以最高的榮譽畢業，替他父母的政策做個有力的證明者。他的畢生事業，毫無疑問的是化學了。

美國的科學研究，到二十世紀方纔有迅速的發展，在一八八〇年，大學裏從事研究的教員極少，在哈佛雖然早在一七九二年就設立了爾溫化學講座（Erving Professorship of Chemistry），直到枯克（一八二七——一九四）擔任時，方纔有實在的研究工作。他注意的是化合比數（combining proportions）的問題。枯克有深刻的思想，他喜歡引學生們到自己走的哲學的路徑上，律嘉慈因為志同道合，無須說，是個熱誠的信徒。由枯克指導，他開始研究氧的原子量，不久，他

就發現當時公認的氧原子量爲數過大。他的特點在新穎的實驗方法和避免差誤的特殊能力。又在測定氧原子量時所用的氧化銅，必須確定是極端純粹的物質，他因此發現氧化銅多含有極微量的氮，由此他斷定前人所定的銅原子量也太大了些。雖然相差不到一%，事實上已經超過了實驗差誤的最高限度了。

上述的兩個研究是他未滿二十歲時的成績。在一八八八年，正二十歲時，他就獲得博士學位 (Ph. D.)，等他自己說幾句罷：

「得博士學位以前，我的最大的志願已經漸次成形，這就是：急切的希望，關於和我們的命運息息相聯的宇宙，在成分上和能的組織上，能夠得到些較爲準確的知識。學術上的地位，我雖然也需要來增進生活的能力，但實際上這是次要的。其先這不過是種好奇的策動所造成的志願，但是漸次的我感覺到知識上的增進就是人類力量的增進——我的意思是爲善的力量。由於本能的驅使和教育的感化，我在宗旨上贊成桂格教會 (The Society of Friends or Quakers) 的和平和好意的主義，因此我難得想到，科學的力量怎樣可以用於犯罪的行爲上……人類不能脫

掉蠻性而誤用了科學的力量，斷不是科學的過。

「原子量似乎是宇宙間原始的祕密之一，牠們是任何人所不能改變的，牠們好像不受空間和時間的支配。牠們曾經歷過宇宙初創的變化。關於牠們的尚未完全明瞭的數的關係和各族元素性質上的相似，使我們不自覺的增加好奇心……。」

據上面一段自述，我們可以知道律嘉慈很早就以原子量的測定為達到目的的方法，並非目的自身。

枯克的幫助，和他自己的貢獻，給他出國練習的機會。一八八八——八九年他以哈佛旅行研究員 (Harvard Travelling Fellow) 的名義到歐洲，大部分的時間住在荷廷根實習，得識實爾維多 (Victor Meyer) 和漢亭爾 (Walter Hempel)，並且學到了他們的汽密度法和氣體實驗法。又和耶納虛 (Paul Jaunassch) 合作研究鐵存在時測定硫酸的方法。返國時在英略作勾留，交了幾個畢生往來的朋友。律嘉慈在歐最大的收獲是在廣大的科學會議席上能夠親見他素來敬仰的著名學者，並且能夠認識幾位，得到他們的鼓勵，染着他們的熱誠和高尚的觀念。

返國後在母校擔任助理。兩年後升任教師 (instructor)。停止好幾年的原子量測定工作，自然又繼續着實行。在最後測定銅原子量的時候，因偶用鋇鹽，使他感覺到注意鋇原子量的必要，他因此發現鋇的原子量比銅的還要不可靠。

他的研究對象都不是隨便選的。每一個實驗都經過了極端慎密的考慮，上下連貫，有條不紊，並且時常有方法上和器具上的改良。譬如研究鋇的時候，他選用化合物的標準是（一）容易提淨，（二）乾燥時不致分解，和（三）容易分析。化合物既已選定，他就用七種不同的方法製造，然後一一分析，結果成分相同，有兩個分析的結果，計算鋇原子量祇相差六千分之一英兩 (ounce)，而這兩個極近似的原子量和當時的有很大的差。他因此又聯想到和鋇極相似的鐳。大致也一樣的錯了，這又給他用實驗證明，鐳的新原子量也和舊的差得很遠。

鐳原子量的測定，是律嘉慈造成的從未打破的紀錄。這次用的正確方法，也是日後一切測定工作的基礎。此外，他這次始創的裝瓶法，是避免純物質上濕氣凝結的極妙手續。他發明的渾度計 (nephelometer) 是檢查微量懸置物 (suspended matter) 的利器。這兩個最尋常的差誤，從

此可以免除了。

律嘉慈的工作標準是：「每樣物質必需假定是不純粹的，每一個反應必須假定是未完的，每一次的測量必須認為含有差誤，直等到證明事實和假定相反為止。」

一八九四年，律嘉慈以成績特優，截升助教。翌年慕歐斯伐的聲望，再度赴德，在萊普齊虛（Leipzig）從歐氏研究物理化學。返國後就和稅亦爾小姐（Miss Miriam Stuart Thayer）結婚，生有二子一女。

至此，律嘉慈已有相當的聲望，但是在經濟方面，除了薪俸外，一無所有，這使他時常愁慮，因為他的收入不夠維持一個家庭。他極愛的研究工作，不是個賺錢的事業，這在他本人是極明白的。但是要多賺錢就要增加許多乏味的工作時間，若和研究同時進行，至少總有一方面不能照顧得週全，甚或弄到健康上受損傷，那就更糟。正在進退兩難的時候，他的父親出來替他解決了一切。以下二節是他自己的話：

「我的父親勸我專心從事研究，他並且表示願意在我感覺拮据的時候，盡力的幫助我，免得



我爲了生活另外去擔任非我所願的職務。其後，在一八九六我有了家室以後，用費陡增，爲免我操勞過度起見，他贈給我一筆款子，夠我必要時休息一年的用。這筆存在儲蓄銀行裏的款子，銷除了我的憂慮。所謂一年的休養，就沒有實行的必要。

我父親這種慷慨的行爲和體貼的信任無疑的對於一個不甚樂觀，不甚強健，除了他的腦以外別無長物的青年有極大的影響。我的感激，不是筆墨所能形容。此外我的妻也極端同情於我的研究學術的志願，她並且盡力來鼓勵我。」

律嘉慈現在既無後顧之憂，又有家室之樂，自然用全副精神和無限的熱誠對付他的工作。他依順序的重測了下列元素的原子量：鋅、鎂、鎳、鈷、鐵、銀、碳、氮等。他的結果大都和前人的略有差別。這些差別，他證明大都是前人因缺乏物理化學知識而忽略的手續所造成。他發表的原子量，都得到科學界的認可。萬國原子量評定委員會 (International Committee on Atomic Weights) 承認律嘉慈的原子量概較前人的爲準確。

律嘉慈的初期工作，大半刊載在美國文理研究會議事錄 (Proceedings of the American

Academy of Arts and Sciences)，其後因美國化學會 (The American Chemical Society) 日見發達，較近的報告都在該會會誌上發表。一九〇九年，他搜集了全部成績出版德文寫的原子量的研究 (Untersuchungen über Atomgewichte)。

研究工作的擴大，自然需要很多的助手，在一八九五年，律嘉慈只有二十七歲時就有學生到他那裏練習。此後人數日見增加，自成一個小團體，裏面有幾個是美國現代的優等化學家：劉衛士 (G. N. Lewis)，漢德森 (T. J. Henderson)，瓊士 (Grinnel Jones)，巴克斯特 (Baxter) 和 克虛曼 (Cushman)。

律嘉慈於一九〇一年拒絕德國 苟廷根大學 (University of Göttingen) 的聘請。不久，他在母校升做正教授，又二年做化學系主任。一九〇七年，由哈佛當局和德政府接洽，到柏林大學擔任交換教授。他的實驗方法，就在這一年流傳到德國的實驗室裏。

律嘉慈離德前，在德國化學會演講，全國學者都有到會聽講的。他的題材是較近的幾次原子量測定。化學會會長格拉貝在講畢後說：近百年的兩個原子量的權威柏塞利斯 (Berzelius) 和

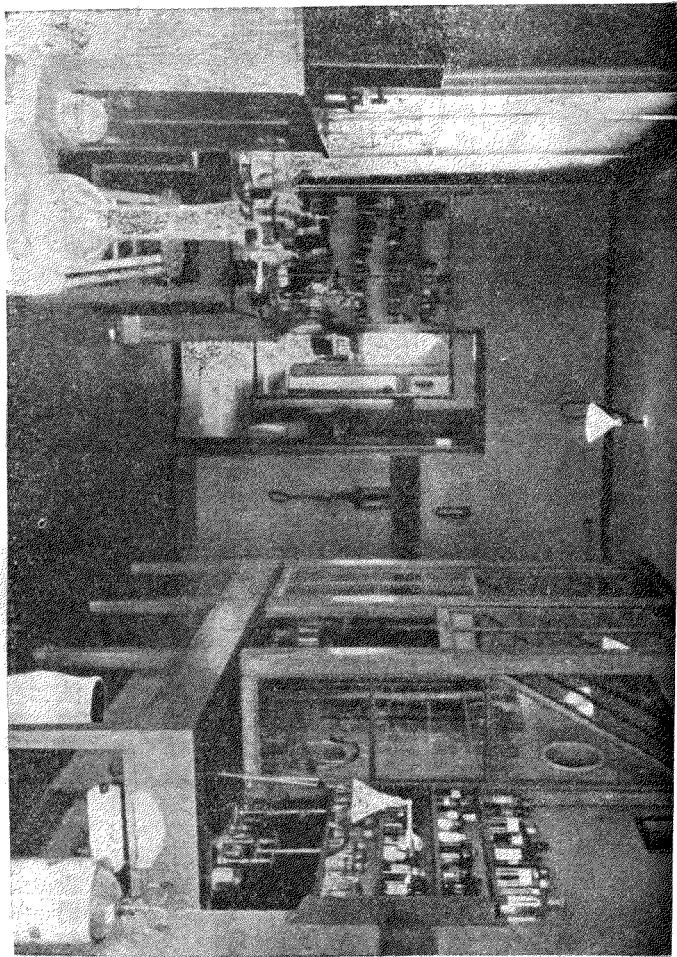
斯塔士 (Stark) 現在祇得讓位給律嘉慈。「從歐洲射到美洲的光，現在又很亮的反射過來了。」律嘉慈的原子量測定，不過是要達到深切瞭解原理的一種方法，這在前已經說明了。他自然還在應用其他的方法，除元素的重量外，他注意壓縮係數 (compressibility)，熔點等性質。他假定除原子間的空位可以壓縮外，原子本身也可以壓縮。他從這個假定造成的理論已經得到很好的結果，並且可以表現物質的各性質的相互關係。他說：「在發展這個理論的過程中，我始終保持法拉臺的態度：極力避免假設的推論和事實混和。」讀者參看附圖，可以明瞭他的研究，究竟有什麼意義。

有人批評律嘉慈的研究，承認他的實驗技術極為高明，但是並沒有什麼特殊的創造性。這話就可以用附圖來否認。律嘉慈在原子量測定法上的改進，是極重要的進步，因為自從拉瓦西替現代化學奠基以來，化學已經成了量的科學，量的測定法愈精，進步就愈多。律嘉慈的定量實驗技術極為老練，同時觀察和解說的能力極強。他的成功就在兩者兼有。

一九一一年律嘉慈獲得英國化學會的法拉臺獎章，授獎時，由得主演講「元素的基本性質」



圖 9. 哈佛大學吉布士實驗室



(The Fundamental Properties of the Elements) 迪克森教授 (Prof. Dixon) 於演講完後說：「今晚我們聽到的故事比神話還要有味，因為當我們在追隨演講者的神遊時，我們知道他做過前人所不及的極準確的原子量測定，他的幻想，是有科學的標準在指導和約束的。我們歐洲人的原子量不會再改的舊觀念被律嘉慈教授和他的同道推反。證實了肯寧 (Canning) 的預言：「我望着新世界（指美洲）來抵補舊世界的差額。」（“I look to the new world to redress the balance of the old.”）

一九一二年，律嘉慈被任爾溫化學教授，兼吉布士紀念實驗館 (Wolcott Gibbs Memorial Laboratory) 的主任。吉布士實驗館在一九一三年完成，專供物理、化學和無機化學的研究。吉布士是已故的哈佛化學教授，由萊柏教授 (Prof. Morris Loeb)（也是吉布士的學生）捐資興建。

吉布士實驗館最適於律嘉慈的研究。牠的設備極為講究。全館可以工作的地位共六層：地上連屋頂共四層，地下兩層，地下的上層極輕便，下層完全在地面以下，專供恆溫研究之用。館內沒有

講堂，只有供一二研究員應用的小室多間。天秤室、暗室和用途各殊的化學和物理的實驗室和其他準確實驗所必須的設備都應有盡有。天秤可以稱到四千萬分之一英兩，等與鉛筆在紙上遺留輕微的痕跡的重量。預備稱的東西，放在鉑製皿裏，稱的以前必須使鉑皿的溫度和天秤全部相同，否則空氣就會因溫度不均而流動，以致影響重量的準確度。全部天秤安置在裝滿乾燥空氣的玻璃盒裏。

冷水和熱水、蒸餾水、水蒸汽、壓縮空氣、氧氣、真空和煤氣都由特備的管子供給。在適宜的地方都裝了插頭輸送不同電壓的電流。重要的房間都裝有電話。此外還有一座自動電機專供搬運儀器的用。

全館的牆都是雙層的，玻璃窗都是兩面上釉的，各室的溫度，都是自動調節的。進館的空氣，必須經濾器濾過，所以館內的塵埃特別的稀少。

律嘉慈在一九一四年春間發表，他的傑作，全球科學界爲之震動，因爲他推翻了化學上的一個固定的事實——原子量是不能變更的。譬如銅、銀、鐵、這種普通元素，經過數百研究者的實驗，用

全球各處出產的試樣，除實驗差誤所造成的異點以外，從來沒有發現不同的結果。但是這回律嘉確實發現了一個例外。

律嘉慈受着當代放射學者的慫恿，着手研究錳的最後蛻變物——鉛。德國的法楊士 (Fajans) 特派助手蘭伯特 (Max Lambert) 攜着含鉛放射礦到美國幫同研究。研究的結果是放射礦裏的鉛的原子量平均數爲二〇六·六（礦樣有多種，採自錫蘭 (Ceylon)、哥羅拉多 (Colorado，在美國)、英國、波海米 (Bohemia) 和那威各地。) 但是普通鉛的原子量是二〇七·二，相差雖微，已經超過可能的實驗差誤。最驚人的一點，就是這兩種鉛除原子量略異（即密度略異）外，其他的性質，完全相同。

但是實驗的結果表示各處出產的放射鉛都有不同的原子量，他斷定這是放射鉛和普通鉛混合的關係，他就選了最純粹的放射鉛測定牠的原子量，得到二〇六·〇八，和英國放射學者羅塞福 (Rutherford) 和索底 (Soddy) 根據他們的蛻變假說 (disintegration hypothesis) 計算的原子量 (二〇六·〇七) 相差二百分之一。他們的假說，因而得到證實，而律嘉慈的實驗，



也因證實了假說得亨盛名。在科學史上，理論和事實的符合，從來沒有這樣圓滿。

一九一四年的諾貝爾獎金和一九一六年的佛蘭克林獎章 (Franklin Medal) 都爲了放射鉛的研究贈給律嘉慈。此外他得過很多著名大學的名譽學位。一九一〇年倫敦皇家學會贈他台維獎章，一九一二年美國化學會贈吉布士獎章 (Willard Gibbs Medal)。他兩次被舉爲美國化學會的會長，一九一七年被舉爲美國科學促進會會長 (President of the American Association for the Advancement of Science)。一九一九年又任美國文理研究會會長之職。

一個新聞記者，曾經有過下列的一段描寫：

「你會發現主任的辦公室在三層樓上，不久裏房的門開了，你可以聽到小組討論的幾句結束語，耳朵裏似乎還帶着什麼『Q的測定和消去那個差誤』等字句。縱後你就跨進了律嘉慈教授的私人辦公室。一看是個大而舒適的房間，很少有實驗室的風味……你立刻會注意到牆上掛的一幅畫像，詢問之下，方纔知道是柏恩瓊士 (Burne-Jones) 作的拉萊爵士。又看見壁爐上放着

一張法拉臺的畫像。

「客人看到幾幅水彩畫表示驚訝，但是律嘉慈教授就反問他：『爲什麼這樣一間房就不應該講究美觀呢？』教授自己也喜歡繪畫……有兩張水彩是他父親的作品……」

「你一邊看畫一邊在注意教授自身。他的身材中等，髮灰色，帶眼鏡，但目光很銳利。他有橢圓的臉和容易微笑的嘴唇。他的態度溫和，喜談諧，舉止迅速而確切，大體上極像一個事務紛繁的商人，絕不是常人所想像的仔細推考問題的化學家。」

現在還是請律嘉慈教授自己來結束罷：

「我的工作雖然祇達到計劃的一小部分，已經出於意料之外引起了全部化學界的注意……著名的諾貝爾獎金爲數很可觀的，給我難以形容的愉快，激勵我的將來使我能夠做更優良的工作，並且在經濟上能夠濟當前之急和消除來日之憂。」

「友輩和同仁的好意的和慷慨的表現，給我極大的愉快和滿足；但是同時也造成我自謙和負責的心。一些不完全的成績，能夠得到如許的信任和榮譽，使我更急切的希望能夠在來日格

外努力，達到較近於理想的成績。」

律嘉慈已於一九二八年四月二日逝世，享年六十。一九二二年得法國的路佈蘭獎章和拉瓦西獎章（譯者）。



圖 10. 范霍夫 像及其簽字



## 范霍夫和物理化學

假定你拿到了兩種物質，據分析所得，知道是同樣的和同數的原子造成的，各元素的重量百分數，也絕對相同；你盡力的去試驗，終不能發現分子構造上有什麼不同的地方。但是奇怪的是性質上——譬如：晶體構造和各種光的性質等——牠們有顯著的差別。你遇到了這樣的情形，準備怎麼辦呢？

巴士特 (Pasteur) 的研究各種酒石酸和維斯立柴納斯 (Wislicenus) 的研究乳酸，都是以這樣的問題做對象。他們都感覺，寫在紙上的二因次 (dimensions) 的構造式，不足以表示這種化合物的異點。本來，實在的分子，是三因次而不是二因次的；紙上的公式，雖然不無用處，到底不是個真實的描摹。

年紀祇有二十二歲的范霍夫，也在那裏追求實在的境界。不久，他的推考就得到一個極重要的

結果：以四面體（*tetrahedron*）做基礎的分子構造說。現在的立體化學（*stereo-chemistry*）就是從他的學說做起點；而有機化學的得有今日的發展——尤其是醣和蛋白質的化學——范霍夫的功，是不能不承認的。

但是立體化學不過是范霍夫的主題——化學作用的動力研究——的一部分。日常我們觀察到的不過是化學變化的起點和終點；我們簡直不明瞭中間的各步驟。這些居中的步驟究竟怎樣？牠們受什麼定律的支配？化學變化的速度是怎樣的？化學平衡的各相（*phase*）又是怎樣的？這都是范霍夫時刻不忘的問題。結果他寫成現在著名的化學動力學（*Chemical Dynamics*）——書純粹數學的普遍應用於化學，這是最初的一次嘗試，然而成績極為優良，實在是化學的傑作。

范霍夫（*Jacobus Hendriecs Van't Hoff*），荷蘭人，一八五二年八月間生在羅特丹母（*Rotterdam*）。很小進幼稚院，常和祖父母在密德哈泉（*Middleharnis*）過夏，嗣後即順序的進初級和高級學校。在高級學校時，他已經表現着他的學力和思考的習慣。最初習化學，學到怎樣切斷和彎轉玻璃管，怎樣製造，捕集和檢查各種氣體，感覺極端的興奮。他時常回家玩這些把戲，父母

和親友等來參觀的他都向他們收費，然後他用收集的錢再買器具藥品，耍些新的把戲！

一八六九年，范霍夫十七歲時，得萊登大學（Leyden University）入學證（Matriculation），成績以數學和自然科學特別優良。但是到這裏他遇到了一個疑難的問題了：他的本性是愛昆蟲學和文學的，但是他知道這兩樣都不是實用的科目，他究竟應該怎樣裁奪呢？最後經家庭間的反覆討論，他決計進德夫特工業學校（Delft Polytechnic）準備做工程師。他想能夠在工程專業上成功，不難在地方上占些地位，到那個時候再回頭去從事心之所愛，是輕而易舉的事了。

所以，范霍夫就束裝就道，在德夫特斷絕往來閉門苦學有兩個整年，到一八七一年畢業。但是兩年中的經歷已經使他的主張在動搖了：一個假期間在糖廠裏實習時，他初次感覺到工業生活的呆板和乏味；他想到這樣的事業，禁不着不寒而慄。同時歐德曼（Oudemans）的化學講解，給與他很深刻的印象，這是因為歐氏是個善於思考的化學者，愛理論的范霍夫遇到他自然是對症下藥了。

范霍夫在德夫特畢業後，懇求父母准許他到萊登繼續研究數學。那個時候他已經打定了主



意做個化學者，但是爲什麼又要習高深的數學呢？當時又有誰在主張化學要有高深數學的根底？這種遠大的眼光，或者是歐德曼的，也或者是范霍夫自己的，這我們沒法斷定；不過我們可以肯定的說：當時的范霍夫，已經不滿意於完全敘述事實的化學了。

范霍夫得了父母的允許入萊登大學，在那裏學了些數學，但是化學知識，一無所得。第二年慕克枯勒 (KeKule) 的盛名改到博恩 (Bonn) 求學。范霍夫後來回憶當時的景況說：「在萊登的環境，城市，民居——一切都是文章。在博恩，什麼都是詩。」所謂「詩」是否受了克枯勒的影響呢？至少總有一部分罷。不過我們應該進一步的仔細觀察他本人的志趣。

范霍夫勤於工作，平常沒有多大的功夫和朋友往來，就是難得有的那點閒功夫，他都喜歡用在思想上——推考的，夢幻的和浪漫的思想他都有點。推考的方面有康普德斯 (Comptes)，懷爾 (Whewell) 和泰恩 (Taine) 做他的基礎；浪漫的方面有本斯 (Burns)，海納 (Heine) 和拜輪 (Byron)。拜輪是范霍夫畢生崇拜的詩人，他的初期的思想和生活，都是極力摹仿拜輪的。拜輪說柏爾登 (Burton) 的悲哀的解剖 (Anatomy of Melancholy) 是一部極有意義的

書；范霍夫就盡力的讀牠。拜輪說：拿破輪（Napoleon）是歐洲的第一位人物，范霍夫也這樣說。他還寫過這麼幾句：「假如拜輪不養狗，我也不願意養狗；又假如阿西拜帝斯（Alcibiades）不養狗，拜輪和我都不會養狗。但是假如拜輪養驢，我應該怎樣呢？……」有時候，沒有微分積分，吸着精神，他的內在的我顯示於外，使科學家忽變詩人。有一次在博恩，進實驗室時聽到一個女同伴自殺的消息，立刻跑回書房寫了一首英文詩，雖不像拜輪，但是出自一個年青荷蘭化學家，卻不是容易的。所以范霍夫幾乎半途改行了。最後因為另一詩人的評語不大高妙，范霍夫決計不再做詩，又回頭注意化學，崇拜克枯勒。這在化學的立場上是件可以欣幸的事。

博恩是個風景極幽雅的學府，各國學生都有慕名來學的；環境既然優美，生活又和他以前所經歷的絕不相同，他那銳敏的心靈自然會感覺詩意濃厚，流連忘返了。他給父親的信上說：「實驗室好像一個廟宇……在講堂裏每日可以看到近百個最有希望的青年，代表十個國家，聚在一起聽這位名聞遐邇的克枯勒。」

范霍夫在博恩和另外十二個學生一同做有機化學的研究，他的題目是丙酸的合成，直接指

導的助理是研究樟腦和松烯類的伐拉赫 (Wallach)。研究完畢後，不知怎的忽然想到法國巴黎師事伍茲 (Wurtz)。他在巴黎似乎沒有什麼實驗成績，不過他的思想正在向各處推進。其時勒貝 (Le Bel) 也是同學之一，勒貝的腦海中也正充滿着相彷彿的思想，但是奇怪的是他們兩個沒有在這個問題上交換過一點意見。

在巴黎共住六個月，嗣後他回到本國在屈雷特 (Utrecht) 完成博士學位的工作，這是在一八七四年夏間，同年十二月他完成了關於氰代乙酸 (cyanacetic acid) 和丙二酸 (malonic acid) 的研究，得博士學位；但是他在四個月以前已經發表了一本十一頁的小冊子叫做空間原子的構造 (The Structure of the Atoms in Space)。范霍夫這種講實際的行爲是荷蘭人的特徵。這很可以拿這十一頁的小冊子做博士論文，但是他知道當局者一定不會接受充滿着變革思想的議論，反而招致「含糊」「虛構」或「不合科學」等不利的評語。

范霍夫在這小冊子裏創造四面體碳原子說：碳原子在四面體的中心，代表牠的四個價的四線，從原子分四路達到四面體的四點，這四點和碳原子的距離自然相等；現在假定這四點上有四

個不同的原子或原子團，這些原子或原子團就至少會有兩種不同的排列方法，造成多少兩種不同的化合物；這兩種化合物在構造上，有物和像（image）的關係，是不能重疊起來的。

小冊子初發表的時候沒有引起什麼注意，因為懂荷蘭文的科學家不多；而本國的科學界，遇到這種新奇的思想，至多不過認為牠是毫無價值的幻想，何況作者又是個沒沒無聞的學子呢！范霍夫爲了宣傳起見，祇得拿他的小冊子譯成法文，題爲 *La Chimie dans L'espace*。恰遇勒貝在差不多的時候——當年十一月——在法國化學會宣讀意義相同的一篇論文。他倆的意見不謀而合，可見這種觀念確實到了發表的時機了。

但是，范霍夫靜候了一個整年，還是渺無音訊。其後有一天忽然來了一封極端恭維他的信，給了他不少的鼓勵。信上說：「等我告訴你：你的理論使我很滿意。你在這裏表現特殊的才能來解釋以前所不能明瞭的問題；你給我們的題目（有機化學）一種新的刺激，所以你這種見解是劃時代的……不久你就會知道我怎樣的在研究室裏注意你的題目。」末了信上，請求他准許拿小冊子譯成德文，出版的時候並且有著名有機化學者維斯立柴納斯的序文，作爲正式的介紹書。

寫這封信的人就是維斯立柴納斯，譯本的題是 *Die Lagerung der Atome im Raume*，在一八七六年出版。范霍夫像他崇拜的拜輪一樣，忽然的一天早上醒來就成名了。但是和聲名同來的是劇烈的攻訐，這又和拜輪的遭遇一樣。攻擊最厲害的就要推萊普齊虛教授可爾貝 (Hermann Kolbe)，他說：「有一位什麼范霍夫博士，在由屈雷特獸醫學院 (Veterinary College) 當助理，(一八七六年起擔任這教職) 似乎對於正確的化學研究毫無興趣。他喜歡想入非非，他飛到青天上向下看，居然給他看到了原子在空間的位置，發表了一篇 *La Chimie dans L'espace*。化學界對於他的態度極爲冷淡，因此海德柏格 (Heidelberg) 的農學院 (Agricultural Institute) 裏有位助理赫爾曼博士 (Dr. F. Hermann) 就拿牠譯成德文，想藉此宣傳。……連很粗淺的批評都是不可能的，因爲牠那裏面的瘋話，絕對沒有事實的基礎；靜心研究的人，實在不能明瞭其中的意義。……」

接下去是一段慨歎世見淺薄的話：「一個不知名的化學者討論極難解的題目，會有很多人去聽他，真是可歎！」再下去就講到做序的維斯立柴納斯；他說：「維氏此舉，很明顯的表示他已經

離開了真正的研究去和那些專事虛想的哲學家做伴了！

總之，可爾貝的全部議論，顯明的表示智力極強的人，也會錯認正在萌芽的新思想。可爾貝是個代表時代的科學者，但是他漫罵的立體化學已經成爲現代有機化學和物理化學教本所不能忽略的題目。

從一八七四年小冊子發表，到一八七六年接到維斯立柴納斯的信，范霍夫很不耐煩的靜候了兩年。他的失望使他時常想到很遠的地方去洩悶，尤其難堪的是求位置的時候，那些貌似無所不知的學校當局和自命不凡的大學教授對於他的冷淡的態度。有一個學校裏對於他的評語是：「他看上去不很整潔，恐怕容易和學生生意見。」范霍夫所以終於沒有遠離家鄉，大半還是他父母的力；他們時常勸他忍耐着；他們的境況也還不錯，所以范霍夫能夠專心的去實行他的志願，沒有被環境的磨折所摧毀。

范霍夫遵從父母的意見忍耐下去，在由屈雷特的一張日報上登了這麼一段廣告：「范霍夫理工博士在家中教授物理化學等科目，有志學習者請駕臨斯布斯特拉（Spoorstrat）與可德

波斯夫人 (Mrs. Kortebos) 接洽。但是學生來的很少，生活還是異常沉悶；可是同時他的閒功夫也多，他的腦中漸漸的形成了幾種有機化學上的新的見解，日後發表的關於有機化學的幾種觀念 (Views Regarding Organic Chemistry) 大半是這焦急時代的結晶。

後來情形果然漸漸的在轉變了——維氏的信或者有很大的影響。由屈雷特的獸醫學校於一八七六年聘他為助理，翌年就改應阿姆斯特丹大學 (Amsterdam University) 的聘當化學講師。同時國外的態度也漸漸的在改善；歐洲各處都有接受他的學說的表示；他的名字，時常有人提起，因為他的理論開闢了許多實驗的路徑。他在阿姆斯特丹大學的初次演講——科學裏的幻想 (Imagination in Science) ——是闡明自己的態度和答覆可爾貝的一篇傑作；他在結論裏借用史學者柏格爾 (Buckle) 的話：「人的意識中有一種精神的，含有詩意的，不知因何發生的要素；這要素可以毫無警告的突然給我們看得到將來，並且極力慫恿着我們像有先知似的緊握着真理。」

一八七八年，范霍夫二十六歲時，全體教授公推他主持化學講座。至此他的戀愛也宣告成熟，

不久就和中學時代的情侶梅斯 (Johanna Francina Mees) 結婚。梅斯是個羅特丹商人的女。

范霍夫在阿姆斯特丹一共服務十八年，這十八年是他的黃金時代，到一八九六年應聘到柏林去的時候，他已經是當代物理化學的權威了。最初的幾年他的閒功夫極少：每週他有五小時的有機化學和礦物學，晶體學，地質學，古生物學各一小時；實驗室裏有初習者，醫科學生，和研究生要歸他指導；除了兩個助理外，沒有什麼人可以分擔工作。無怪在這幾年勤勤懇懇教導的時代，范霍夫的名字很少在化學刊物上看見；不過這並非表示他的思考已經停頓，其實他在公餘之暇——

尤其是晚餐和就寢以前的時間——繼續的在運用腦力，結果在一八八四年發表化學動力論 (Etude de Dynamique Chimique) 一書，又叫做化學革命 (Revolution Chimique)。范霍

夫十年後——一八九四年——在德國化學會演講時，提起這書說：研究的動機是在解釋幾種氧化作用時所遇到的困難。譬如說，甲烷的氧化比甲醇的氧化慢得很多，要解釋這種差別，必須從反應速度的研究起。但是范霍夫的目的，尚不止此，他在序裏說：「任何科學，在發展的過程中，必須經過兩個分明的階段：最初科學的研究，全限於敘述的方面；其後漸漸的達到講理的境地。化學一科，



也不能例外……在發展的第二階段裏，研究的工作，不限於搜集和分類的手續，各種相互的關係，也在探討之列。到了這個時期，學者對於新鮮物質的好奇心已經消滅，而化學成分和性質的研究，因為用處較多，就應運而生，終於引起了各物間相互關係的探討。無論那種科學的歷史，都記載着敘述時代怎樣演化為說理時代的過程。」

這著作發表以後，像他的空間原子的構造一樣，沒有什麼人理會。這一次並不是文字的關係，因為他用的法文，而法文是全歐通行的文字。這一次也不是著者聲望的關係，因為一八八四年的范霍夫已經是個重要人物。實際上的原因是當代的化學家，沒有準備接受化學的數學解法；所以這一次沒有批評，祇有沉默。

料不到從遙遠的瑞典，來了一個回聲。一八八五年三月出版的北歐評論 (Nordisk Revy) 載有一篇極詳盡的書評，有一段說：「著者在前已經揭發了自然的祕密，因而享有盛名，但是這部書出版後，他以前的功績，真是渺乎其小了。」寫書評的原來就是阿倫尼斯 (Svante Arrhenius)，當時還沒有什麼聲望，不過日後和范霍夫齊名。

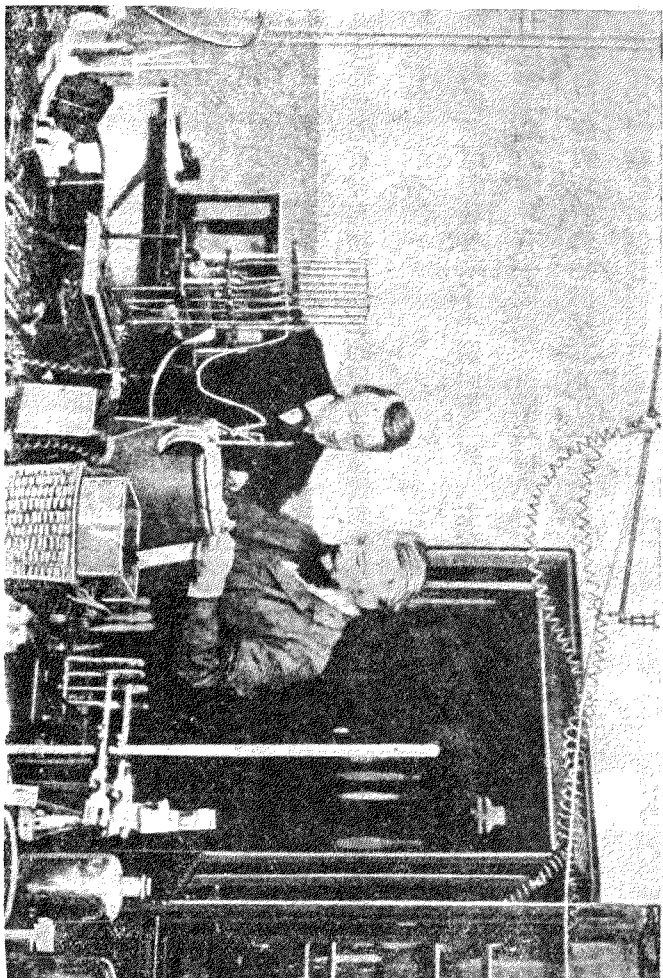


圖 11. 歐斯伐研究室中之范霍夫及歐斯伐

范霍夫的空間原子的構造和化學動力論都是現在的經典。化學動力論的末段，敘述液體的滲透壓和氣壓的關係，這是現代溶液學說的基礎。他的過人處就在能夠看得出似乎不相關聯的事實：他拿勞爾特（Raoult）的凝固點降低（freezing-point depression）測定，和特勞貝（Traube）和斐佛（Pfeffer）的滲透壓測定聯起來，就得到了他的最著的定律：溶解的物質在行爲上可以認爲是和溶劑的體積相等的氣體。

一八八七年可以算是物理化學史上最值得紀念的一年：歐斯伐（Ostwald）的普通化學教本（Lehrbuch der allgemeinen Chemie）——現代普通化學教本的始祖——出版，歐斯伐和范霍夫合辦的物理化學雜誌（Zeitschrift für Physikalische Chemie）開始發行，范霍夫訂正的滲透壓論文和阿倫尼斯的電離論文，都在第一卷裏發表。物理化學這個名目就從范霍夫、阿倫尼斯和歐斯伐「三劍俠」起頭，猶之現代化學從拉瓦西起，是一個樣子的。

同年德國萊普齊大學（Leipzig）聘他主持物理化學講座，阿母斯特丹的當局立刻改善待遇，並且應允特爲替他造一座物理化學實驗館。這些諾言都即刻實行了，所以范霍夫仍舊留在阿

母斯特丹。

范霍夫的聲望，吸引了許多學生，著名的有范德凡特 (Van Deventer)，斯柏林 (Spring)，萊赫爾 (Reicher)，阿倫尼斯 (Arrhenius)，可痕 (Cohen)，柏雷迪虛 (Bredig)，歌西密特 (Goldschmidt)，埃克曼 (Eykman)，買爾霍佛 (Meyerhoffer)，愛望 (Ewan)，和班克羅佛 (Baneroff)；他們在范氏指導之下，對於化學動力論裏的學說，多少都有些實驗上的貢獻。

范霍夫和勒貝於一八九三年合得英國皇家學會的台維獎章 (註1) (Davy Medal)。可爾負所反對的非對稱碳原子說 (theory of the assymmetric carbon atom) 能夠解釋轉偏性碳化合物 (optically active carbon compounds) 的構造，已經是公認的事實了。

德人拉攏范霍夫雖告失敗，並沒有因此放棄。一八九四柏林大學孔特 (August Kundt) 逝世，教授會一致推舉范霍夫繼任實驗物理學教授。這一回他們公推普蘭克 (Max Planck) 做代表專程到阿姆斯特丹面訴仰慕之殷，同時普魯斯教育部長阿爾多夫 (Althoff) 致函范氏請他來柏林一行，可以當面談判一切。最後，因為范氏還是猶豫不決，再添派費雪爾親往敦勸。

范霍夫父子倆不免從長的討論一番，他們很慎密的權衡輕重；柏林的邀確實是難得的榮譽，但是正式教授的職務並不怎樣輕，而且在阿母斯特丹方面，當局始終準備着以任何代價保留他。結果范霍夫接受父親的意見仍舊拒絕德方的邀聘。

但是柏林需要范霍夫！他們着手調查拒絕的原因是講授鐘點太多麼？很好，他們可以拿鐘點減少到最低限度；他的職司是教授，照例教授是要授課的，但是他可以每週祇授課一小時，其餘的時間完全歸他自己。此外他們還準備供給他一個私人實驗室，連設備等都可以由他指定購置。這種例外的待遇是千載難逢的，無怪范霍夫終究敵不過誘惑，絡德人拉過去了。他說：「二十年來年復一年的教些高錳酸鉀是氧化劑一類的老生常談，也略爲有些厭煩了……自然哪，我在這裏的位置是很好的，但是好與好的中間也有區別；而且始終拒絕人家的邀請，總有一天人家不再來請你了。」

德國各大學的政策是搜羅國內的優秀的腦，如果國外有較強的腦，他們總是盡力的設法誘取。范霍夫以後，瑞典的阿倫尼斯和我們的（美國的）律嘉慈都險些逃不掉他們的強握。

范霍夫的赴德自然要受到國內的攻擊。一般的意見都認爲他不愛國，祇要有好的都想攫取，而且從無鑿足的一日。荷蘭的小報 *Punch* 載有幾幅諷刺畫，描摹范氏和魚在談話：

(一) 范博士：「魚——海裏的魚，給我博士的衣帽。」

魚：「在這裏。」

(二) 范博士：「魚——海裏的魚，給我一個實驗室。」

魚：「在這裏。」

(三) 范博士：「給我一個勳章。」

魚：「在這裏。」

(四) 范博士：「魚——海裏的魚……」

魚：「還不夠麼？再見！」

范霍夫給可痕的信上（一八九六年四月二十三日）有這麼一段：

「這裏的生活和從前的大不相同，我感覺到將來的希望無窮……我們的房子（柏林近郊

洽羅登寶 (Charlottenburg) 烏郎街 (Uhlandstrasse 三十九號) 地位極佳，半在城內，半在城外；步行到綠林 (Grünenwald) 不需多時，走得疲乏了，還可以搭火車回來，車站離屋不遠。

「我現在可以多和家人相聚，這在生疏之地，尤其需要。孩子們都在上學；他們（除了最小的古佛 Gool）都時常對於新奇的事物表示不滿，但是孩子們祇要身體康健是很容易和環境融和的；這裏的空氣到還不錯。」

「我參加過兩次研究院 (Academy) 的聚會，因為有咖啡喝，都覺得很美滿。本星期三我就要作初次的講授（每週一次），這是我當專任支薪教授的職務的一部份。」

「我的實驗室，暫設住宅附近，我預備叫買爾霍夫幫忙裝置一切（買爾霍夫是范氏的得意助手，從阿母斯特丹帶過來的。）我們準備研究洗打斯佛特鹽礦 (Strassfurt salt deposits)……一切都有了根基，我現在覺得什麼都是光明和和善的……。」

「我和我那始終和善的妻共同去拜謁過幾位重要人物；我時常感覺沒法應付，我並且還要時常認錯人。目下已經有三處宴會是預約了的……。」

范霍夫的初步工作是澈底的研究洗打斯佛特鹽礦，這種研究是極重要的，因為在歐洲大戰以前全球肥田用的碳酸鉀，都是從這個礦裏來的。礦裏的主要物質是卡那立特（*carrollite*）；范霍夫這麼問自己：卡那立特是氯化鉀，氯化鎂，和水的化合物；假如用不同的比使這三種物質在各種溫度混和，並且設法防止水的散逸，就會發生什麼？從一八九六年到一九〇六年的十年間，范霍夫和買爾霍佛等助理共同發表五十多篇關於這题目的論文。這些研究都是極複雜的工作，吉布士（*Willard Gibbs*）的相律（*phas rule*）的應用於工業上，這要算個極好的例；不過和范氏初期的研究相較，這回的研究比較的缺少創造性。

范氏在一九〇六年轉而注意到生物化學的一個興趣濃厚的題目——酵素的性質；他所發表的一二篇論著，顯示着蘊藏的力量，可惜剛在開始發揮的時候就被病魔所纏，不能繼續的工作。范霍夫於一九〇〇年被舉為德國化學會的會長，翌年得第一次的諾貝爾獎金，同年的物理獎金贈給倫琴（*Röntgen*），醫學獎金贈給倍林（*Behring*）。一九〇九年，普魯斯科學研究會贈他最高的赫母荷慈獎章（*Helmholtz Medal*）。



范霍夫從小就不健碩，很早染了肺結核症。一九一〇年末轉劇，不久就入絕望狀態；延到一九一一年三月一日，這位偉大的荷蘭科學者就和我們永別；享年五十九，正在有爲的年紀，遽爾逝世，不是像他愛的拜輪一樣「回到土裏太早麼？」（“too soon returned to earth.”）

（註一）台維獎章有一段頗饒興味的歷史。一八一三年英國有預防煤礦爆炸會的組織，聘著名化學者台維爲研究專員，幾個星期後，他就發明他的安全燈。礦工於感激之餘，特爲鑄成了價值一五〇〇鎊的銀牌一具贈給他。台維在遺囑裏注明這銀牌的用途如下：「我的妻生時可以應用這牌，她死後，應歸我的胞弟，如果其時我弟已先我妻逝世，就可傳給他的兒子。但是他如果不能，我願意拿牠交給皇家學會，溶化後可以鑄成銀章，獎勵歐洲或北美化學上的重要發現。」

